

**Institut Sénégalais de Recherches Agricoles  
ISRA**

---

**Unité de Recherche Régionale du Centre-Nord Bassin Arachidier  
URR CNBA Bambey**

---

**Phytotechnie Arachide**

**RAPPORT D'EXPERIMENTATION  
PHYTOTECHNIE ARACHIDE  
CAMPAGNE 1996-97**

**CIRAD**

---

**Cultures Annuelles**

---

**Programme Oléoprotéagineux**

**J. MARTIN**

**Mai 1997**



## **PRESENTATION**

Ce rapport est présenté sous la forme d'un recueil de 4 documents couvrant l'ensemble du programme expérimental de la campagne 1996-97 :

1. le résumé des activités « Phytotechnie arachide » conduites en 1996, destiné au rapport de synthèse de l'Unité de Recherche Régionale Centre Nord Bassin Arachidier URR CNBA / ISRA Bambey ; c'est un condensé des trois opérations présentées *in extenso* dans les trois parties suivantes.
2. le rapport « Etude de la relation eau-fertilité sur le comportement de l'arachide, par MAYEUX et GROSSHANS, octobre 1996 », concernant l'expérimentation de contre-saison sur la réponse à l'irrigation de la variété Fleur 11, et non encore diffusé.
3. le rapport « Evaluation de l'efficacité d'un itinéraire technique par la méthode du diagnostic de l'élaboration du rendement. Application à la fertilisation organo-minérale dans une rotation arachide mil », opération exécutée grâce à un financement du Ministère de la Coopération Française dans le cadre du Pôle transnational arachide CORAF.
4. le rapport de l'expérimentation « Thimet », insecticide de traitement du sol, conduite dans le cadre de la Convention Générale Pesticides ISRA pour le compte de Cyanamid Abidjan.

L'expérimentation de contre-saison chaude a été entièrement conduite par Alain MAYEUX (devenu responsable du projet Germplasm Arachide à Dakar) et Robert GROSSHANS (CSN). La campagne pluviale a été préparée et mise en place par ces derniers, puis suivie à partir d'août 1996 par José MARTIN, avec le concours des techniciens de l'ISRA Bambey Ahlamy NDIAYE, Abdou FALL et Abdel Kader NDAO, et la collaboration des agriculteurs de Ndiakane (département de Bambey).

Le rapport phytotechnie arachide 1995 présentait également les opérations relevant de la technologie post-récolte. Ce n'est plus le cas, car deux rapports séparés ont été édités ces derniers mois :

- DELOBEL A., DIOUF O., KANE A., MAYEUX A., TRAN A., 1996. Conservation de l'arachide en milieu paysan : analyses des pertes post-récolte, relation insectes-aflatoxine, essai de protection. Keur-Baka, campagne 1995/96. ITA-CERAAS-ISRA-CIRAD, 23 pages. Ce document diffusé localement sera annexé au rapport à paraître sur l'expérimentation en cours sur l'effet insecticide des graines de *Pachyrhizus* contre la bruche de l'arachide, et diffusé par le CIRAD.
- THIBAUT S., 1997. Technologie post-récolte. Conservation des semences d'arachide décortiquées sous atmosphère modifiée. Rapport de synthèse. ISRA-CIRAD, 28 pages (diffusion CIRAD).





## **PREMIERE PARTIE**

### **RESUME DE L'EXPERIMENTATION PHYTOTECHNIE ARACHIDE 1996**



**Institut Sénégalais de Recherches Agricoles  
ISRA**

---

**Unité de Recherche Régionale du Centre-Nord Bassin Arachidier  
URR CNBA Bambey**

---

**Phytotechnie Arachide**

**RESUME DE L'EXPERIMENTATION  
PHYTOTECHNIE ARACHIDE 1996**

Document destiné au Rapport de Synthèse Campagne 1996  
de l'Unité de Recherche Régionale Centre Nord Bassin Arachidier  
de l'ISRA, Bambey, Sénégal.

**CIRAD**

---

**Cultures Annuelles**

---

**Programme Oléoprotéagineux**

**J. MARTIN**

**Mai 1997**

## RESUME DE L'EXPERIMENTATION PHYTOTECHNIE ARACHIDE CAMPAGNE 1996

### EVALUATION DE L'EFFICACITE D'UN ITINÉRAIRE TECHNIQUE PAR LA MÉTHODE DU DIAGNOSTIC DE L'ÉLABORATION DU RENDEMENT

Le rendement en graines d'une culture d'arachide peut être décomposé en nombre de graines et poids moyen d'une graine. Les niveaux atteints par ces composantes témoignent des conditions de fonctionnement de la culture (croissance végétative et développement reproducteur, redistribution des assimilats) qui ont prévalu pendant leur période de formation. Cet outil de diagnostic de l'élaboration du rendement a été mis en oeuvre pour la 3ème année consécutive dans deux actions de recherche : l'étude de la réponse à l'irrigation de la variété Fleur 11 dans un essai de contre-saison à Bambeï et l'étude de la réponse à la fertilisation de la variété 55-437 en milieu paysan.

#### *Réponse de la variété Fleur 11 à l'irrigation*

(d'après le rapport « Etude de la relation eau-fertilité sur le comportement de l'arachide, MAYEUX et GROSSHANS, octobre 1996, 8 pages + 6 graphes)

Un essai collaboratif ISRA-CERAAS a été mis en place en contre-saison chaude à Bambeï dans le but d'étudier les interactions alimentation hydrique et nutrition minérale chez l'arachide. Trois niveaux d'irrigation (dispositif de type « line-source ») étaient croisés avec 4 niveaux de fertilisation minérale. Seules les réponses à l'irrigation ont pu être valorisées, car il s'est avéré *a posteriori* que les conditions de fertilité de la parcelle étaient optimales, d'où l'absence de réponse à la fertilisation. Les 3 niveaux d'irrigation, fort (apport de 900 mm), moyen (600 mm) et faible (300 mm), ont été appliqués pendant toute la durée du cycle, le niveau fort correspondant à une alimentation hydrique non limitante.

L'alimentation hydrique a provoqué un fort étagement de la production, quantitativement et qualitativement, comme le montre le tableau ci-dessous :

	niveaux d'irrigation			F de Fisher
	fort	moyen	faible	
fanés (t/ha)	8.4 a	5.6 b	4.4 c	247 ***
gousses (t/ha)	4.2 a	2.7 b	1.2 c	485 ***
fanés/gousses	2.0 a	2.1 a	4.4 b	43 ***
décortilage TV (%)	73.6 a	67.5 b	63.3 c	23 ***
décortilage HPS (%)	60.4 a	47.0 b	33.0 c	61 ***
graines (kg/ha)	3100 a	1830 b	760 c	415 ***
nb de graines (/m²)	638 a	416 b	197 c	274 ***
poids 100 graines TV (g)	48.4 a	44.0 b	36.6 c	89 ***

TV : tout venant. HPS : hand picked selected ;

\*\*\* : très hautement significatif (0.1 %) ; a.b.c : classement des moyennes, test de Newman et Keuls à 5 %.

Les deux composantes du rendement, à savoir le nombre de graines à l'unité de surface, et le poids moyen d'une graine, sont fortement affectées par les niveaux d'irrigation. Le maximum variétal pour le poids de 100 graines, qui s'élève à 50-52 g pour Fleur 11 (graines de confiserie, voire de bouche), n'est approché ou atteint qu'avec une irrigation non limitante. Cependant, c'est la variation de la composante du nombre de graines qui contribue le plus à expliquer celle du rendement final (fig.1). En conditions optimales, le seuil d'entrée en compétition de ces deux composantes (nombre et poids de graines) se situe à environ 700 graines /m<sup>2</sup> : au-delà, le poids moyen des graines diminue.

En conditions d'alimentation hydrique très limitantes, la production de gousses et de graines est davantage réduite que celle de fanes. L'efficacité de la biomasse végétative à produire des graines est plus affectée que la production de biomasse végétative elle-même (fig.2). L'amélioration de l'alimentation hydrique améliore l'indice de récolte (rapport gousses/fanes) qui se maintient à un excellent niveau même en conditions non limitantes.

Enfin, les performances obtenues dans cet essai confirment l'excellente aptitude de la variété Fleur 11 à l'irrigation, alors qu'elle a été sélectionnée pour ses performances en culture pluviale sèche pour le Centre Bassin Arachidier, peu arrosé. Il serait donc souhaitable de renforcer les travaux d'agro-physiologie sur cette variété pour rechercher en quoi cette variété surpasse ses concurrentes quelles que soient les conditions de production.

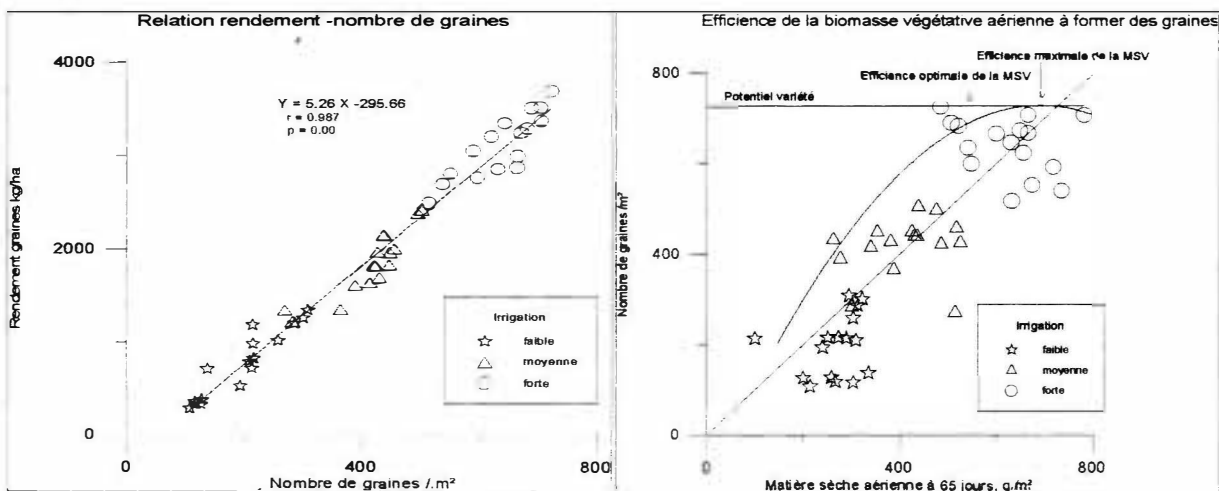


figure 1

figure 2

### **Réponse de la variété 55-437 à la fertilisation en milieu paysan.**

L'objectif de cette étude est de mesurer au travers de l'outil diagnostic de l'élaboration du rendement l'influence de la fumure organo-minérale, aux doses prescrites par la recherche (travaux du programme GRN) sur l'évolution du niveau de fertilité des sols dans le cadre d'un assolement mil-arachide. Le dispositif consiste en un essai fumure à 4 traitements et 2 répétitions (blocs de Fisher), implanté chez 6 agriculteurs (une randomisation par agriculteur) dans le village de

Ndiakane (département de Bambey). Les 6 parcelles sont sensées couvrir la gamme de fertilité des sols de Ndiakane, avec : 2 parcelles de fertilité présumée faible ; 2 parcelles de fertilité présumée moyenne ; 2 parcelles de fertilité présumée bonne. Il s'agit d'un classement *a priori*, à dire d'agriculteur. En 1995, ce type de classement empirique fut validé dans le même village sur 15 parcelles par les niveaux rendements enregistrés *a posteriori*, respectivement 500, 850 et 1100 kg de graines/ha pour les niveaux de fertilité faible, moyen et bon (Mayeux, 1996).

Les traitements en comparaison sont :

T0 = témoin non fumé

T1 = fumure organique : fumier, 3 T/ha

T2 = fumure minérale: engrais complet, 75kg/ha de 6-20-10

T3 = fumure organo-minérale : T1 + T2

Les itinéraires techniques sont ceux des agriculteurs, les épandages de fumure et les récoltes ayant été supervisés par les techniciens de l'ISRA.

La production moyenne de nos essais à Ndiakane se situe à 340 kg de gousses par hectare pour 1100 kg de fanes, contre 1100 et 2600 kg/ha de gousses et de fanes respectivement en 1995 dans le même village avec la même variété. La production de fanes a donc été divisée par plus de 2, et celle de gousses par près de 4. Ce résultat global est parfaitement en accord avec l'étude précédente en milieu contrôlé : l'indice de récolte est sévèrement pénalisé par le déficit hydrique. En effet, l'hivernage 1996 a été très déficitaire dans le Centre Bassin Arachidier : 300 mm à Ndiakane, contre 540 mm en 1995, avec en particulier deux longues périodes de sécheresse : la deuxième décade d'août et surtout la deuxième décade de septembre.

La qualité de la production est également affectée, comme en témoignent les données moyennes suivantes :

indicateur	1996	1995	potentiel variété
rendement au décortilage	62 %	70 %	75 %
poids de 100 gousses	47 g	59 g	85 à 95 g
poids de 100 graines	23 g	29 g	35 à 38 g

Les coefficients multiplicateurs de semences se situent à des niveaux extrêmement bas, entre 2 et 3 pour la plupart des agriculteurs de Ndiakane en 1996, avec en outre une valeur culturale des semences plus faible.

Dans les conditions hydriques de l'expérimentation, extrêmement limitantes, les réponses à la fumure, apparentes sur la biomasse végétative aérienne à 25 et 40 jours se sont atténuées vers le 70<sup>ème</sup> jour pour finalement disparaître. A la récolte, on ne dénote pas de différence significative entre traitements, pas plus que d'interactions fumure x paysan. Seul le nombre de gousses est accru par la fumure, mais cette différence tout juste significative est insuffisante à induire une différence significative sur la production de gousses ou de graines à l'hectare, car elle n'est pas accompagnée d'une augmentation du poids moyen de 100 gousses et du taux de décortilage ; au contraire, ces deux composantes semblent avoir été négativement affectées par



la fumure. Ainsi, les traitements favorisés en début de cycle par la fumure ont été davantage pénalisés par les stress hydriques de septembre. Cet exemple illustre une fois de plus comment l'insécurité climatique peut compromettre les efforts d'intensification en zone sahélienne, le risque économique devenant extrême pour le cultivateur.

**Essai fertilisation arachide Ndiakane 1996. Analyses de variance et moyennes par paysan et par objet**

	densité à la récolte	biomasse végétative			production		gousses		décorticag	graines
		à 25 jours	à 40 jours	à 70 jours	fanés	gousses	nombre	pds100 go	% graines	pds100 gr.
<b>Analyse de Variance</b>										
F objet	NS	21.9***	10.4***	5.7**	NS	NS	4.3*	NS	NS	NS
F paysan	34.8***	18.7***	11.5***	8.7***	14.8***	11.6***	8.4***	12.1***	6.2**	6.5**
F paysan*objet	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
F paysan*bloc	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Coef. variation	10.8	15.5	23.3	27.8	17.6	22.9	22.0	9.2	6.6	13.8
<b>Moy. générale</b>	141	242	595	714	1097	339	715	47.0	61.5	23.2
<b>Moy / paysan</b>	milliers/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	milliers/ha	g	%	g
Ibra Ndione	-	246 B	449 BC	423 C	-	-	-	-	-	-
Saliou Gueye	144 B	190 C	419 C	568 BC	697 C	217 C	561 B	38.5 C	57.1 B	18.3 B
Modou Ngom	106 C	157 C	498 BC	650 BC	1021 B	299 BC	639 B	46.6 B	59.2 B	23.9 A
Djibril Yade	112 C	304 A	780 A	958 A	1229 AB	349 B	658 B	53.1 A	62.1 AB	25.8 A
Dame Gueye	173 A	290 AB	799 A	772 AB	1143 B	360 B	735 B	48.7 AB	66.6 A	24.5 A
Abdou Ndep	173 A	264 AB	625 AB	915 A	1398 A	472 A	980 A	48.0 AB	62.5 AB	23.4 A
<b>Moy / objet</b>										
Témoin absolu	140	206 B	457 C	522 B	1005	284	586 B	47.7	62.3	23.2
Fum organique	141	191 B	532 BC	763 A	1041	357	743 A	47.6	62.9	24.1
Fum minérale	144	282 A	635 B	841 A	1172	367	768 A	47.1	61.0	22.8
Fum. org-min	142	289 A	755 A	731 A	1172	350	761 A	45.6	59.9	22.5

NS : non significatif, \* significatif (1 %), \*\* hautement significatif (0.5 %), \*\*\* : très hautement significatif (0.1 %)

Les moyennes affectées de lettres différentes sont différentes entre elles (test de Newman et Keuls à 5 %).

A l'inverse des effets fumure, les effets « paysans » sont significatifs pour toutes les variables étudiées. Le classement des performances des paysans ne correspond d'ailleurs que très partiellement à celui de la fertilité *a priori* de leurs parcelles, même si la meilleure performance a été obtenue sur une parcelle présumée « fertile ». D'ailleurs, et comme en 1995, les analyses physico-chimiques des sols ne permettent pas de classer les parcelles, même en analysant séparément les horizons 0-10 et 10-20 cm, l'examen des profils racinaires ayant montré une colonisation beaucoup plus importante de l'horizon 0-10 cm pour les champs « fertiles ». En effet, toutes les variables se tiennent sensiblement au même niveau, extrêmement faible pour les éléments fins (<10 g/100g), le C (<2.3 g/1000g), l'N (<0.26 g/1000g), et la CEC (<4 meq/100g), correct pour le pH<sub>H2O</sub>, compris entre 6.0 et 6.5, et proche de la valeur seuil de 30 ppm pour le Phosphore assimilable.

Sur le plan méthodologique, la décomposition du rendement adoptée à partir de l'hivernage 1996 diffère de celle adoptée précédemment (campagnes 1994 et 1995, et contre-saison chaude 1996 rapportée en première partie). En effet, on posait :

**rendement graines (poids/ha) = nombre de graines (/ha) x poids moyen d'1 graine (poids),**

en considérant que pour une variété de 90 jours, le nombre de graines se forme pendant les 2 premiers mois. Les travaux de Cattan (1996) au Burkina-Faso ont montré que le nombre de gousses est fixé dès le 50-55 ème jour, alors que le nombre de graines peut évoluer jusqu'au 70 ème jour. Nous proposons donc une décomposition à deux niveaux :

**rend. graines (poids/ha) = rend. gousses (poids/ha) x rend. decortilage (poids/poids),**

et :

**rend. gousses (poids/ha) = nombre de gousses (/ha) x poids moyen d'1 gousse (poids)**

Cette approche, qui rend le diagnostic agronomique plus précis et plus performant, possède en outre l'avantage de présenter les résultats sous une forme plus « parlante » pour les partenaires de la filière arachide : production base coques et taux de décortilage, ce qui correspond aux pratiques commerciales et au processus technologiques.

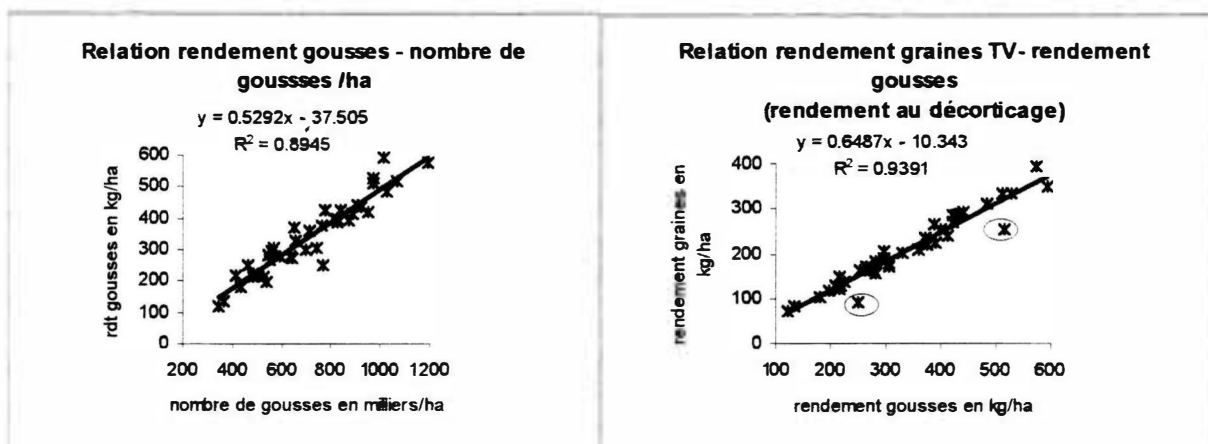


figure 3

figure 4

Il reste que les résultats obtenus selon cette décomposition confirment ceux des années antérieures : pour une campagne donnée, les nombres d'organes ( $R^2 = 0.9$ , fig.3) contribuent davantage que les masses des organes ( $R^2 = 0.5$ ) à l'élaboration de la production. Le rendement en graines se déduit fidèlement ( $R^2 = 0.94$ ) de celui en gousses via le taux de décortilage (fig.4). Les conditions de croissance de fin de cycle, largement dépendantes de la pluviosité, semblent affecter davantage les moyennes que les variances des variables poids des gousses et taux de décortilage. Cependant, une analyse globale des données de plusieurs campagnes mettrait certainement en évidence une contribution plus importante de ces variables aux variations de rendement pluriannuelles.



En conclusion, il convient de poursuivre comme prévu ces études en 1997 dans le cadre d'une rotation mil-arachide, en espérant un hivernage plus propice à l'expression des réponses à la fertilisation. Il convient d'étendre le diagnostic aux composantes physiques et biologiques de la fertilité des sols et à l'état sanitaire des cultures, et d'acquérir les données nécessaires à la mise en oeuvre du modèle de simulation AraBHy. La consolidation et l'analyse globale des résultats obtenus avec la variété 55-437 en 1994 à Sob et de 1995 à 1997 à Ndiakane devrait permettre de mieux cerner la variabilité et la contribution des composantes nombres et masses à l'élaboration et à la variabilité des rendements et d'en préciser les causes.

## EVALUATION DE L'EFFICACITE DE L'INSECTICIDE THIMET EN MILIEU PAYSAN

Le Thimet 10G est un insecticide granulé dont la matière active est le phorate, un organo-phosphoré systémique agissant sur les arthropodes par contact et par ingestion. D'après le fournisseur, cet insecticide est utilisé en culture arachidière en Inde, où un traitement réalisé au semis protège les plants pendant 45 jours. Cette même firme préconise une dose de 15 kg/ha, à encadrer dans les essais par une dose « faible » (10 kg/ha), et « forte » (20 kg/ha), complétées par un témoin absolu (soit 1000, 1500 et 2000 g/ha de matière active).

Une série de 5 essais statistiques en blocs de Fisher, à 4 doses et 3 répétitions, a été mise en place dans le village de Ndiakane (département de Bambey) chez 4 paysans. Les granulés d'insecticide ont été épandus sur la ligne de semis et incorporés superficiellement au sol par un *radou*, sarclo-binage de post-semis et pré-levée de l'arachide effectué en traction équine ou asine (3 champs) ou en top-dressing à la levée (2 champs). Le reste de l'itinéraire technique correspond aux pratiques paysannes: variété vulgarisée 55-437, semis mécanique sur la première pluie utile (4 champs) ou la deuxième (1 champ), semences personnelles non traitées, etc.

Les principales observations ont porté sur le suivi de la densité du peuplement et l'analyse des pertes, les rendements en fanes, gousses, et graines avec analyse sanitaire des gousses. Lors du premier comptage, une tentative de capture des iules et autres ravageurs terricoles par tamisage du volume de terre entourant les plants d'arachide morts ou moribonds (rayon de 10 cm) s'est avérée inopérante en raison du très faible nombre (souvent nul) d'arthropodes capturés. Une importante mortalité a été observée tout au long des 2 premiers mois de la culture : la présence du champignon parasite *Aspergillus niger* était systématiquement associée aux plants moribonds (taches ou manchons de fructifications noires sur le collet), excepté début septembre, où de gros vers gris (larves de coléoptères non identifiés) ont également causé quelques pertes (collet ou racines rongés). Les rendements obtenus dans les 3 essais ayant pu être menés à terme sont très faibles. Ils sont imputables, outre au fort déficit pluviométrique, à leur mise en place *in extremis*, avec probablement des semences de mauvaise valeur culturale et sans protection fongicide, aboutissant dans 4 cas sur 5 à des densités très faibles. Cette situation illustre bien l'importance du problème de semences en culture

arachidière et confirme que dans le Centre-Nord Bassin Arachidier la protection à la levée doit porter en priorité sur les fongicides, la protection contre les iules étant plus indiquée dans le Sud Bassin Arachidier.

Pour aucune des variables étudiées, le témoin non traité ne diffère significativement des parcelles traitées au Thimet (absence d'effet dose ou d'interaction paysan\*dose). Cependant, d'après les tendances des résultats, le traitement augmenterait la production de gousses et l'indice de récolte, à travers l'amélioration du nombre de gousses par plant et dans une moindre mesure celle du poids moyen de 100 gousses. L'interprétation est à rechercher principalement dans un éventuel effet protection au moment de la formation des gousses entre le 40ème et le 55ème jour, ce qui n'est pas incompatible avec la rémanence présumée des traitements, et secondairement dans une meilleure protection du système racinaire jusqu'au 50ème jour. Ces deux hypothèses sont à confirmer.

Il conviendrait donc de caractériser plus précisément les éventuels effets protecteurs du Thimet sur l'arachide dans le Centre-Nord Bassin Arachidier. Cette étude devrait être assortie d'une évaluation économique, toxicologique et écotoxicologique.

## **DEUXIEME PARTIE**

### **EXPERIMENTATION DE CONTRE-SAISON 1996**



# Etude de la relation eau-fertilité sur le comportement de l'arachide

---

20 Octobre 1996

Préparé pour  
CERAAS

par  
A. MAYEUX et R. GROSSHANS



## Table des matières

I - Introduction .....	1
II - Matériel et méthodes .....	1
III - Résultats et discussion .....	3
A) Caractérisation des facteurs étudiés .....	3
B) Analyse du rendement et de ses composantes .....	3
i) Relation rendement kg ha - nombre de graines m <sup>2</sup> et rendement kg ha - poids de *100 graines .....	4
ii) Relation poids 100 graines - nombre de graines m <sup>2</sup> .....	5
C) Qualité de la récolte .....	6
IV - Conclusion .....	7
V - ANNEXES (graphiques) .....	8

## **I - Introduction**

La production arachidière au Sénégal se caractérise par une forte variabilité des rendements et de la qualité des graines commercialisées. L'ensemble de la filière s'en trouve pénalisée; en amont l'agriculteur rentabilise mal sa culture alors qu'en aval le secteur industriel peut difficilement optimiser ses capacités de trituration face à des approvisionnements très fluctuants.

L'amélioration de cette situation passe par la proposition d'itinéraires techniques adaptés aux contraintes agro-climatiques et économiques des agriculteurs pour renouer avec une production stable et durable.

Depuis 1994 plusieurs expérimentations ont été conduites sur des parcelles d'agriculteurs dans le but de déterminer les facteurs et les conditions pénalisant le rendement de l'arachide en milieu paysan. La méthode employée est fondée sur un diagnostic à posteriori de l'élaboration du rendement. Elle repose sur la décomposition du cycle de l'arachide en une succession de phases, chacune intervenant sur la mise en place d'une composante. Le diagnostic réalisé sur ces phases permet de déterminer, compte-tenu de l'offre du milieu et de la demande du peuplement, les causes de variations des différentes composantes par rapport aux valeurs potentielles définies en milieu paysan.

Ces causes de variation sont multiples, mais les travaux ont surtout montré le rôle déterminant du couple "niveau de fertilité des sols - conditions d'alimentation hydrique".

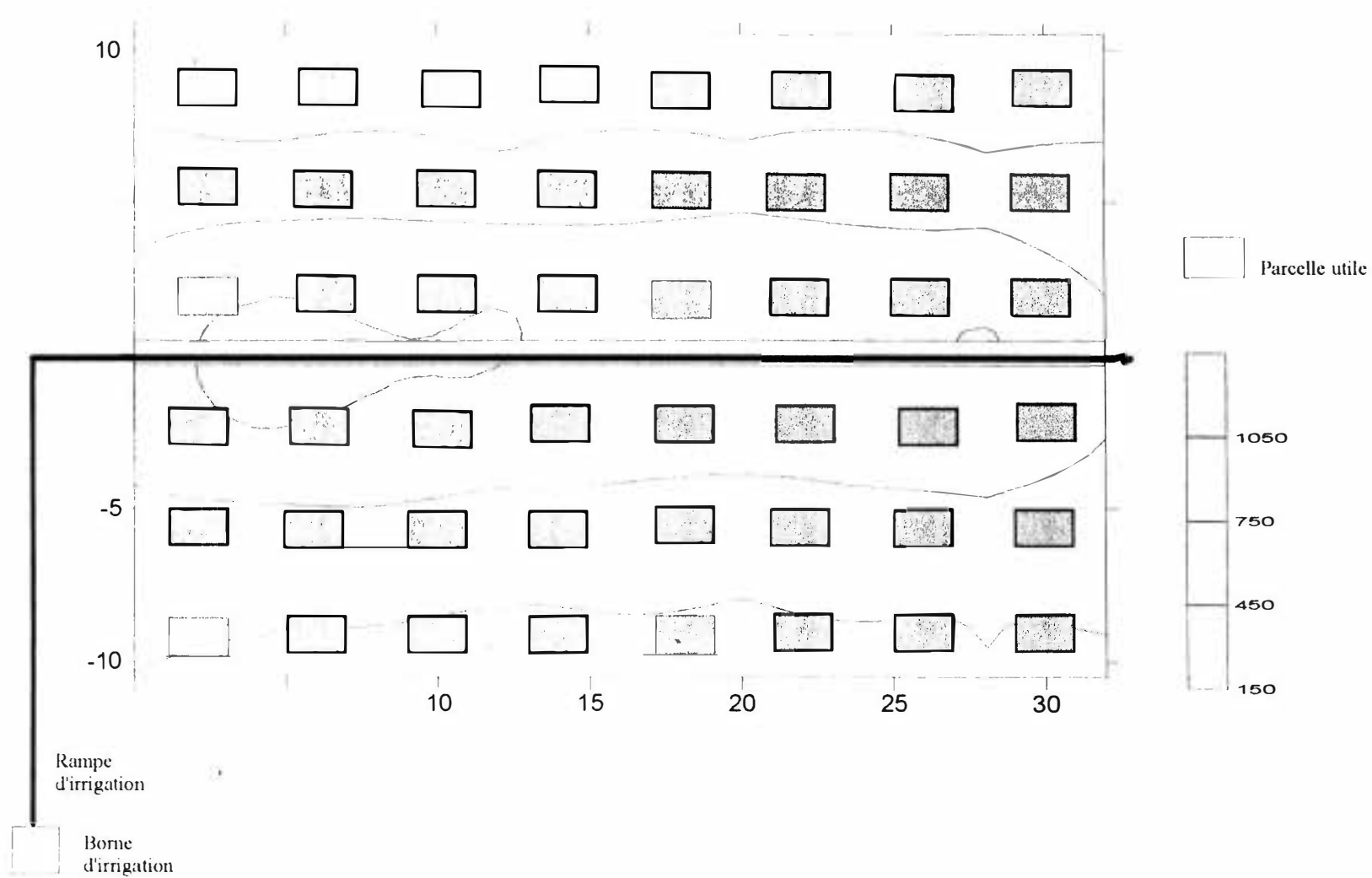
Le CERAAS a pour mandat scientifique entre autres, l'amélioration des connaissances sur les mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse. Les travaux de recherche sont conduits au travers d'une approche pluridisciplinaire dont fait partie l'agronomie. Grâce à l'appui logistique et financier du CERAAS, l'équipe agronomie de l'arachide a pu mettre en place en 1996 un essai en milieu contrôlé (station de Bambey). Cette étude doit permettre de confirmer le rôle du couple eau-fertilité sur le comportement de l'arachide et d'identifier avec plus de précision, par niveau de fertilité, les courbes d'efficience de la matière sèche végétative à produire des graines et à les remplir. Ceci, afin d'établir un seuil optimal ou souhaitable des différentes composantes.

## **II - Matériel et méthodes**

L'essai est conduit en contre-saison sur la station de Bambey. Le choix de la variété s'est porté sur la Fleur 11, nouvelle variété à cycle de 90



**Figure 1 - Répartition de l'irrigation  
(cycle de 100 jours)**



jours destinée à remplacer la 55-437 actuellement vulgarisée. Le dispositif mis en place est un ligne source (irrigation différentielle) en blocs complets équilibrés avec quatre répétitions. Les traitements comparés sont au nombre de 12 (4 doses d'engrais et 3 niveaux d'irrigation) :

D0 = sans fumure	I1 = niveau d'irrigation faible
D1 = 50 kg ha <sup>-1</sup> 6-16-10+2S	I2 = niveau d'irrigation moyen
D2 = 100 kg ha <sup>-1</sup> 6-16-10+2S	I3 = niveau d'irrigation fort (ETM)
D3 = 150 kg ha <sup>-1</sup> 6-16-10+2S	

L'engrais a été épandu en side-dressing juste après la levée. L'irrigation a été réalisée sur un rythme d'une fois tous les 6 jours jusqu'à la floraison puis une fois tous les 4 jours. Elle a été stoppée 15 jours avant la récolte.

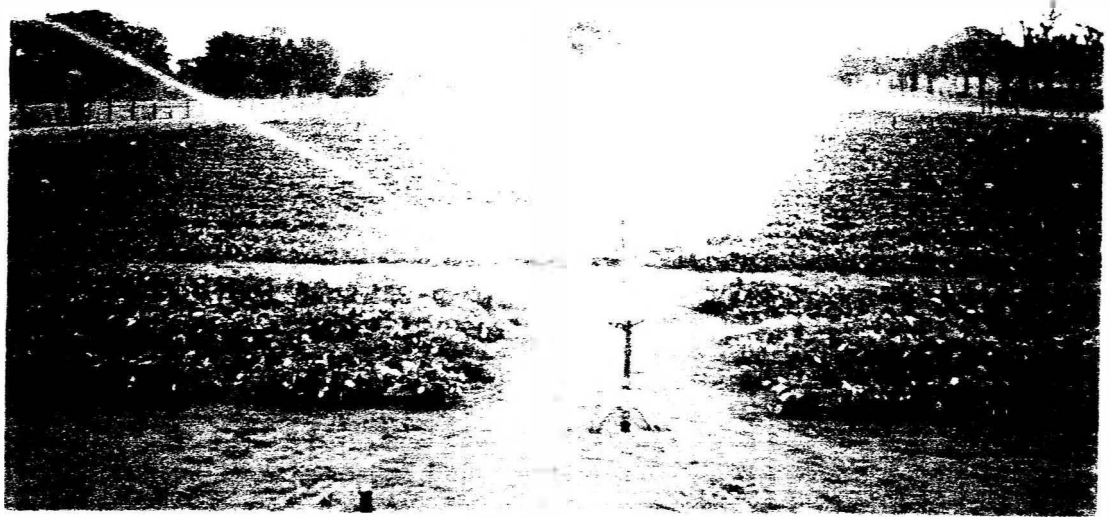
Les parcelles élémentaires comprennent 8 lignes (écartement de 0.5 m) de 3 m de longueur. Chaque parcelle a été délimitée en deux zones distinctes. Une zone de 2 m<sup>2</sup> (4 lignes de 1m) située au centre de la parcelle, destinée à la mesure du rendement, au suivi du bilan hydrique sous la culture pour certaines parcelles, à l'analyse de la récolte et au suivi journalier de la floraison sur 2 pieds entourés. Une zone comprenant le reste de la parcelle, réservée aux mesures destructives : à partir de 2 pieds prélevés selon un rythme décadaire, suivi de l'évolution des organes végétatifs et reproducteurs (taille, nombre et poids sec) ainsi que la surface foliaire.

Le champ a fait l'objet d'une analyse de sol et un diagnostic foliaire a été réalisé 35 jrs (jours après semis) sur chaque traitement.

Enfin, un suivi hydrique hebdomadaire a été mené sous la culture avec des sondes neutroniques à raison de 2 répétitions par traitement et sur une profondeur de 5.5 m.

Le dispositif de type ligne source utilisé dans cet essai, est relativement contraignant à analyser car le facteur irrigation subit une double contrainte. Non seulement les parcelles recevant un même niveau d'irrigation doivent être regroupées, mais en plus les différents niveaux du facteur irrigation ne peuvent être affectés au hasard aux sous-blocs de chaque bloc, car la quantité d'eau apportée répond à un gradient : elle décroît à mesure que l'on s'écarte de la rampe. Entre 0 et 6 m de diamètre d'irrigation, la quantité d'eau apportée est maximale, elle est moyenne entre 6 et 12 m puis faible entre 12 et 18 m.

Il convient d'exploiter les résultats en considérant les mesures entre niveaux d'irrigation comme liées. On se trouve alors dans le cas de séries chronologiques ou la distance à la rampe, matérialisée par les



niveaux d'irrigation, est considérée comme homogène dans le temps. Il est alors possible avec les outils d'analyse de variance d'étudier l'effet simple de la distance à la rampe (niveaux d'irrigation), de l'interaction entre la distance et la répétition et enfin de l'interaction entre la distance et la dose d'engrais. La méthode des contrastes au seuil de 5% est utilisée pour comparer les moyennes entre les différents niveaux d'un facteur.

### **III - Résultats et discussion**

#### **A) Caractérisation des facteurs étudiés**

La quantité d'eau apportée sur la culture s'élève en moyenne pour l'irrigation faible, moyenne et forte à 300, 600 et 900 mm (l'irrigation forte représentant des conditions non limitantes pour la culture). Un vent persistant de secteur nord-ouest a provoqué une légère dérive sur les parcelles recevant l'irrigation la plus faible. La répartition de l'eau reste toutefois homogène dans l'ensemble et elle est bien calée sur les parcelles utiles destinées à la mesure du rendement (figure 1).

L'analyse de sol effectuée sur la parcelle (horizon 0-20 cm) révèle de bonnes teneurs en éléments minéraux. Celles en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable, élément souvent limitant dans les sols de la zone, s'échelonnent de 0.37 à 0.58% comparativement à des valeurs de 0.15 à 0.36% pour des parcelles paysannes. Les teneurs en N et K sont également voisines des normes établies pour la région.

Le diagnostic foliaire réalisé sur les différents traitements confirme le bon niveau de fertilité de ce sol. Quels que soient les traitements considérés les teneurs en éléments minéraux ne se trouvent jamais en zone de carence sur les courbes de références établies au Sénégal. Au vu de ces éléments et de l'absence d'effet significatif sur le facteur fumure le choix de la parcelle peut objectivement être remis en cause. On se trouve dans des conditions de fertilité optimales, inadaptées au test d'un effet dose d'engrais.

Aussi, le travail a été recentré. Il se limite à la construction des courbes potentielles des différentes composantes du rendement et à la définition de valeurs seuils ou optimales en condition de fertilité non limitante.

## B) Analyse du rendement et de ses composantes

L'analyse de variance montre que le facteur irrigation a un effet hautement significatif sur les rendements moyens en graines, gousses et fanes (tableau 1). En comparant les moyennes par la méthode des contrastes on s'aperçoit que chaque niveau de ce facteur est significativement différent des autres. Ainsi, avec 900 mm d'eau le rendement en graines est respectivement 4 et 1.7 fois supérieur à celui obtenu avec 300 et 600 mm d'eau. Pour le rendement en gousses ce coefficient est assez semblable, respectivement de 3.6 et de 1.5, par contre il est plus faible pour le rendement en fanes : 1.9 et 1.5. Autrement dit, lorsque la quantité d'eau disponible est faible, la production de fanes reste importante alors que la production de gousses chute assez fortement. Ce résultat est illustré par le ratio fanes/gousses.

Enfin, il est intéressant de noter que ce ratio se stabilise autour de 2 même pour l'irrigation forte. L'apport important d'eau ne favorise pas la production de fanes au détriment des gousses comme on le constate souvent sur des variétés cultivées sous irrigation. C'est une caractéristique intéressante de la variété Fleur 11 qui a déjà été constatée dans d'autres circonstances (culture irriguée sur le fleuve)

**Tableau 1 :** Effet de la dose d'engrais et du niveau d'irrigation sur les différents rendements

niveaux de facteur	rdt graines kg ha-1	rdt fanes kg ha-1	rdt gousses kg ha-1	ratio fanes /gousses	nb graines/m²	poids 100 grain- es	rdt déc. TV	rdt dec BG
D0	1971	6425	2756	2.9	421	44.3	69.0	49.0
D1	1833	5897	2631	3.0	408	41.8	67.5	46.7
D2	1700	6183	2684	2.7	423	43.1	67.8	45.4
D3	1891	6086	2670	2.9	417	42.7	68.2	46.1
I1	763 a	4429 a	1165 a	4.4 a	197 a	36.6 a	63.3 a	33.0 a
I2	1833 b	5631 b	2705 b	2.1 b	416 b	44.0 b	67.5 b	47.0 b
I3	3100 c	8383 c	4185 c	2.0 b	638 c	48.4 c	73.6 c	60.4 c
moy. gle	1899	6148	2685	3.0	417	43.0	68.1	46.8
F Irrigation	414.8 ***	246.8 ***	485.3 ***	43.5 ***	274.2 ***	88.5 ***	22.9 ***	61.4 ***
F (Irgt*rep)	1.8 ns	3.2 *	2.5 ns	5.8 **	1.4 ns	5.1 **	2.1 ns	2.9 *
F (Irgt*dose)	1.8 ns	0.3 ns	1.0 ns	0.7	1.6 ns	0.9 ns	1.2 ns	1.0 ns

(ns : non significatif ; \* : significatif au seuil 5% ; \*\* : significatif au seuil 1% ; \*\*\* : significatif au seuil 0.1%)

***i) Relation rendement kg/ha - nombre de graines/m<sup>2</sup> et rendement kg/ha - poids de 100 graines***

Le rendement graines en kg/ha est fortement corrélé au nombre de graines/m<sup>2</sup> avec  $r = 0.987$  (Graphique 1). Ce graphique montre l'excellent étagement du nombre de graines le long de la droite de régression entre l'irrigation faible, moyenne et forte. L'effet niveau d'irrigation est hautement significatif sur cette composante. Avec 300 mm d'eau le nombre de graines/m<sup>2</sup> varie dans une fourchette de 100 à 300 alors qu'avec 900 mm il se situe entre 500 et 800.

La corrélation entre le rendement graines en kg/ha et le poids de 100 graines est également d'un bon niveau ( $r = 0.86$ ). Là encore on constate un étagement du poids de 100 graines selon la quantité d'eau apportée. En somme, en conditions de fertilité optimales et en l'absence d'un autre facteur limitant, le niveau d'apport d'eau a un effet hautement significatif sur le nombre comme sur le poids des graines. Ces deux composantes influencent donc fortement le rendement mais avec un effet plus marqué pour le nombre de graines.

***ii) Relation poids 100 graines - nombre de graines/m<sup>2</sup>***

Pour l'irrigation la plus forte, le seuil d'entrée en compétition entre le poids d'une graine et le nombre de graines a été atteint ; l'augmentation du nombre se faisant au détriment du poids. Il s'installe à partir de 700 graines/m<sup>2</sup> (graphique 2).

A partir des isobares de rendements (graphique 2) et compte tenu de l'existence d'un effet significatif des différents niveaux d'irrigation sur les composantes nombre de graines et poids de 100 graines, il est possible d'établir les rendements potentiels pour chaque niveau d'irrigation. Ainsi avec 160.000 pieds/ha et en conditions de fertilité optimales, le rendement potentiel **en graines** pour la variété Fleur 11 s'élève à :

- 1.5 T pour 300 mm
- 2.5 T pour 600 mm
- 3.5 T pour 900 mm.

► **Composante nombre de graines/m<sup>2</sup>**

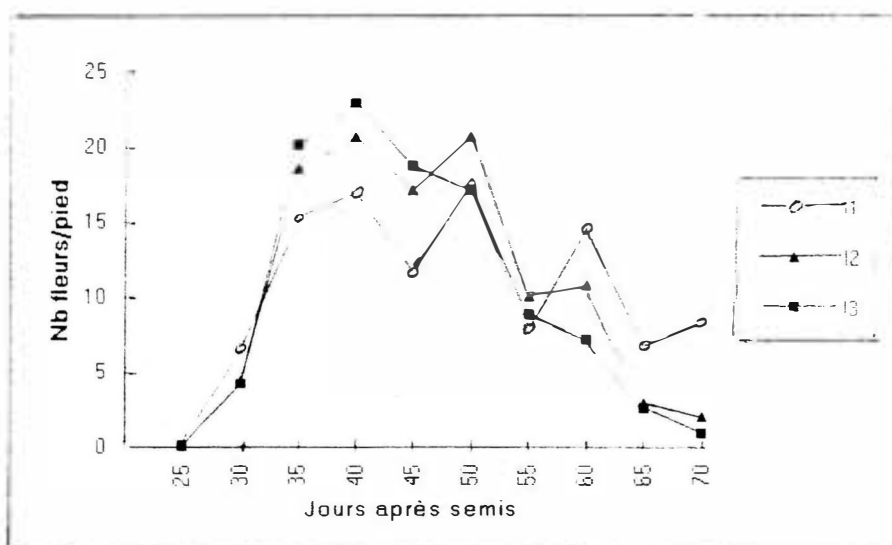
La matière sèche végétative (MSV) produite à 65 jas est un bon indicateur des capacités de la plante à former des graines. L'efficience maximale de la MSV se situe autour de 690 g/m<sup>2</sup> avec une production potentielle de graines m<sup>2</sup> atteignant 730 (graphique 3). Compte tenu de l'entrée en compétition entre le nombre et le poids des graines au-delà

de 700 graines/m<sup>2</sup> et en l'absence de facteur limitant, la production de MSV optimale à 65 jas se situe autour de 560 g/m<sup>2</sup>.

Le profil de floraison montre que la production de fleurs est hiérarchisée selon le niveau d'irrigation (graphique 4). Toutefois, seule la production de fleurs obtenue avec 300 mm est significativement différente de celle obtenue avec 900 mm d'eau ( $p = 0.01$ ).

On considère par ailleurs que la majorité des gousses matures provient des fleurs émises pendant les 25 premiers jours de floraison. Sur cette période on peut alors calculer l'efficacité de la floraison définie comme étant le nombre de fleurs émises pour obtenir une gousse. Elle s'établit respectivement à 10.4(b), 3.3(a) et 2.8(a) pour 300, 600 et 900 mm d'eau ( $p = 0.01$ ). Cette efficacité, très bonne pour le niveau d'irrigation le plus fort et mauvaise pour le plus faible, explique mieux les écarts constatés sur le nombre de graines que la quantité de fleurs produites

Graphique 4 : Production de fleurs/pied suivant le niveau d'irrigation (période de 5 jours)



#### ► Composante poids de 100 graines

La MSV produite à la récolte est un bon indicateur du poids de 100 graines. En l'absence de facteur limitant le poids potentiel de 100 graines est atteint à partir d'une MSV à la récolte de 825 g/m<sup>2</sup> (graphique 5). Il s'élève à 51.8 g. L'étagement du poids de 100 graines en fonction du niveau d'irrigation est moins net que pour le nombre de graines, mais les différences entre niveaux restent toujours hautement significatives.



### **C) Qualité de la récolte**

L'analyse de variance (tableau 1) montre que le facteur eau a un effet hautement significatif sur le rendement décorticage tout venant et sur rendement décorticage bonnes graines. Par contre, cet effet ne joue pas du tout dans les mêmes proportions sur ces deux variables. Ainsi, le rendement décorticage tout venant oscille dans une fourchette assez restreinte, de 54.3 à 78.3% alors que le rendement décorticage bonnes graines oscillent entre 15 et 72%.

De plus, il existe une forte corrélation entre le rendement décorticage bonnes graines et le poids de 100 graines avec  $r = 0.937$  (graphique 6). Autrement dit, dès que l'apport d'eau est faible (300 mm), cette variété produit tout de même des graines (rendement décorticage tout venant d'un niveau correct : 63.3%) mais elles restent de très petite taille avec un rendement au décorticage de bonnes graines qui ne dépasse pas les 33%).

Le rendement décorticage tout venant potentiel s'établit à 78.3% contre 72% pour le rendement décorticage bonnes graines.

## **IV - Conclusion**

En raison du niveau de fertilité de la parcelle, ce travail se limite à l'étude de l'influence du niveau d'irrigation sur l'élaboration des composantes de rendement de la variété Fleur 11.

Avec 160.000 pieds/ha et en condition de fertilité optimale le rendement potentiel en **graines** s'élève respectivement à 1.5, 2.5 et 3.5 T pour 300, 600 et 900 mm d'eau. Il est fortement corrélé au nombre de graines/m<sup>2</sup> et assez fortement au poids de 100 graines. Le seuil d'entrée en compétition entre ces deux composantes est atteint à partir de 700 graines/m<sup>2</sup>.

Le nombre potentiel de graines/m<sup>2</sup> s'élève à 730 pour une MSV à 65 jas de 690 g/m<sup>2</sup>. Compte tenu des phénomènes de compensation, l'efficacité optimale de la MSV à 65 jas se situe autour de 560 g/m<sup>2</sup> en l'absence de facteur limitant.

Le poids potentiel de 100 graines s'établit à 51.8 g pour 825 g/m<sup>2</sup> de MSV à la récolte.

Cette variété semble relativement bien adaptée à l'irrigation. Elle possède la particularité de produire beaucoup de fanes ( 4400 kg/ha) avec peu d'eau (300 mm) tout en maîtrisant sa production de fanes



(ratio fanes/gousses de 2) en présence d'une quantité importante d'eau (900 mm).

Bien que cette variété exprime un très fort potentiel de rendement en l'absence de tout facteur limitant, dès que la quantité d'eau apportée diminue fortement, le nombre de graines/m<sup>2</sup> reste élevé mais au détriment de la taille.

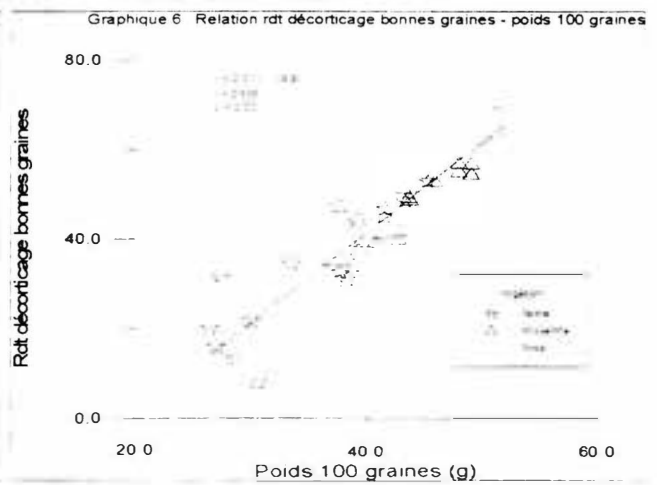
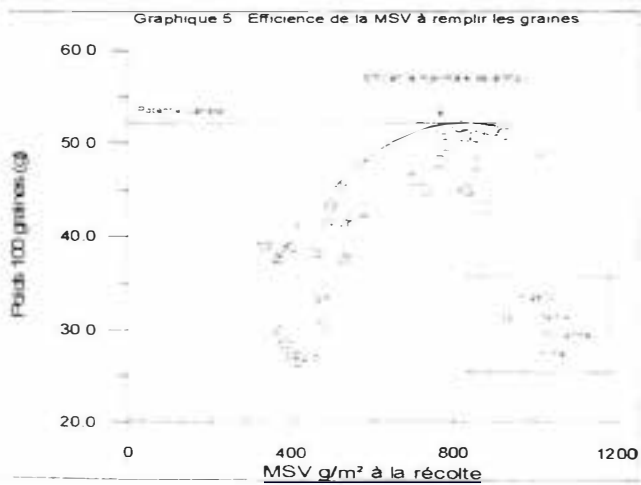
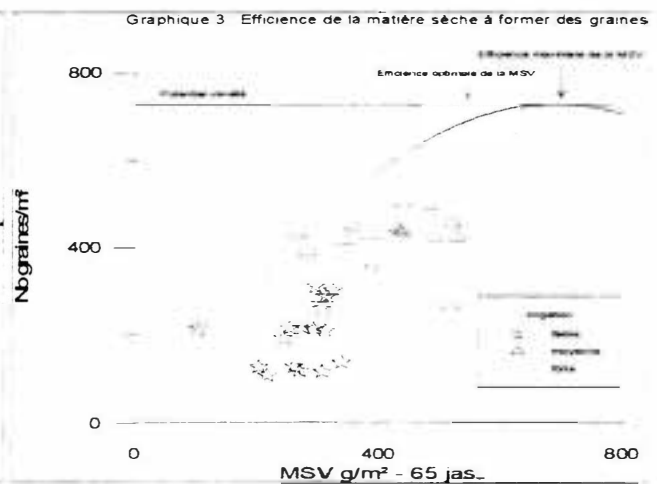
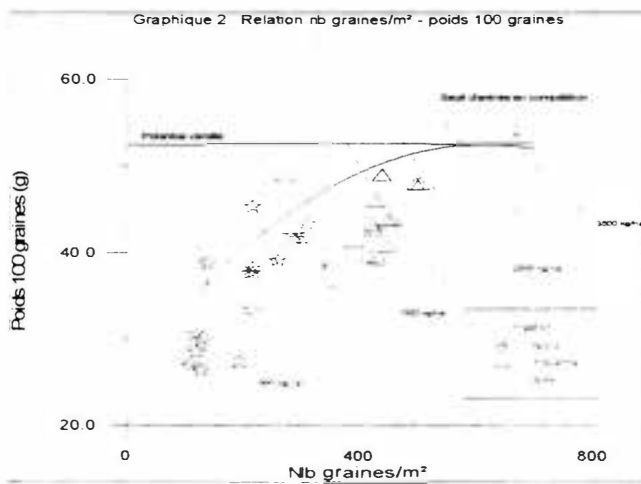
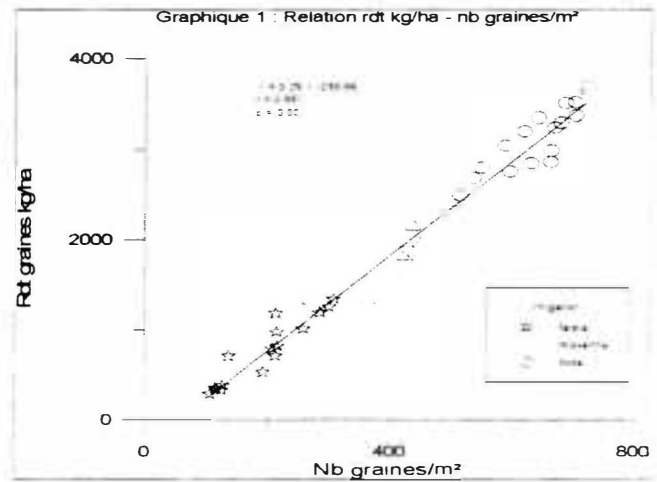
Après avoir établi des courbes enveloppe en conditions non limitantes de fertilité, il est important de poursuivre ce travail en station mais dans des conditions de fertilité du sol plus diversifiées, représentatives du milieu paysan.

## **V - ANNEXES (graphiques)**

- 1 - Relation rendement graines Kg/ha - Nombre graines/m<sup>2</sup>
- 2 - Relation nombre graines/m<sup>2</sup> - Poids de 100 graines
- 3 - Efficience de la matière sèche à former des graines
- 4 - Floraison (graphique dans texte)
- 5 - Efficience de la matière sèche à remplir les graines
- 6 - Relation rdt au décorticage en bonnes graines - poids de 100 graines
- 7 - Vue générale du dispositif

## ANNEXES (GRAPHIQUES)

N.B. : le graphique 4 est dans le texte



## **TROISIEME PARTIE**

### **FERTILISATION ORGANO-MINERALE DANS UNE ROTATION ARACHIDE-MIL**



**Institut Sénégalais de Recherches Agricoles  
ISRA**

---

**Unité de Recherche Régionale du Centre-Nord Bassin Arachidier  
URR CNBA Bambey**

---

**Phytotechnie Arachide**

**EVALUATION DE L'EFFICACITE D'UN ITINÉRAIRE TECHNIQUE PAR LA  
MÉTHODE DU DIAGNOSTIC DE L'ÉLABORATION DU RENDEMENT.**

**APPLICATION A LA FERTILISATION ORGANO-MINERALE  
DANS UNE ROTATION ARACHIDE - MIL**

**CIRAD**

---

**Cultures Annuelles**

---

**Programme Oléoprotéagineux**

## PRESENTATION

Ce document se rapporte à l'opération intitulée : « Evaluation de l'efficacité d'un itinéraire technique par la méthode du diagnostic de l'élaboration du rendement. Application à la fertilisation organo-minérale dans une rotation arachide - mil. », exécutée grâce à un financement du Ministère de la Coopération Française dans le cadre du Pôle transnational arachide CORAF. Initiée et mise en place par Alain MAYEUX et Robert GROSSHANS, elle a été suivie à partir d'août 1996 par José MARTIN, avec le concours des techniciens de l'ISRA Bambey Almamy NDIAYE, Abdou FALL, et Abdel Kader NDAO, et la collaboration des agriculteurs de Ndiakane (département de Bambey).

## SOMMAIRE

<b>RESUME.....</b>	<b>2</b>
<b>OBJECTIF ET JUSTIFICATIONS.....</b>	<b>3</b>
OBJECTIF GENERAL.....	3
JUSTIFICATION FERTILITE.....	3
JUSTIFICATION ELABORATION DU RENDEMENT DE L' ARACHIDE.....	4
<b>MATERIEL ET METHODE.....</b>	<b>6</b>
DISPOSITIF EXPERIMENTAL.....	6
OBSERVATIONS.....	7
<b>PLUVIOSITE.....</b>	<b>7</b>
<b>RESULTATS ET DISCUSSIONS.....</b>	<b>8</b>
NIVEAUX DE RENDEMENT EN ARACHIDE.....	8
REponses A LA FERTILISATION.....	8
EFFETS PAYSAN.....	9
ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES SOLS.....	10
PROFILS RACINAIRES.....	11
COMPOSANTES DU RENDEMENT.....	12
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>14</b>

## FIGURES ET TABLEAUX

1. Croissance et Développement de l'arachide (adapté de Cattán, 1996)
2. Pluviométrie Ndiakane 1996
3. Analyses de variance, effets fumure et effets paysans : 1ère partie
4. Analyses de variance, effets fumure et effets paysans : 2ème partie
5. Analyses physico-chimiques des sols de Ndiakane 1996 et 1995
6. Profils racinaires
7. Trois approches de la décomposition du rendement en graines
8. Contributions des composantes nombres et poids aux rendements de Ndiakane 1996

## ANNEXES

Trois tableaux des données élémentaires

## EVALUATION DE L'EFFICACITE D'UN ITINÉRAIRE TECHNIQUE PAR LA MÉTHODE DU DIAGNOSTIC DE L'ÉLABORATION DU RENDEMENT. APPLICATION A LA FERTILISATION ORGANO-MINÉRALE DANS UNE ROTATION ARACHIDE - MIL.

### Résumé

L'objectif de cette étude est de mesurer en milieu paysan l'influence de la fumure organo-minérale aux doses prescrites par la recherche (travaux du programme Gestion des Ressources Naturelles de l'ISRA) sur la production des cultures d'arachide au travers l'analyse de l'élaboration du rendement et sur l'évolution du niveau de fertilité des sols dans le cadre d'une rotation mil-arachide.

Le dispositif consiste en un essai fumure à 4 traitements et 2 répétitions (blocs de Fisher), implanté chez 6 agriculteurs dans le village de Ndiakane (département de Bambey). Les 6 parcelles sont sensées couvrir la gamme de fertilité des sols (faible, moyenne et bonne) ; en 1995, ce type de classement empirique fut validé dans le même village sur 15 parcelles par les niveaux rendements enregistrés *a posteriori* (Mayeux, 1996). Les traitements en comparaison sont le témoin non fumé, la fumure organique (fumier, 3 t/ha), la fumure minérale (75 kg/ha de 6-20-10) et la fumure organo-minérale. Les itinéraires techniques sont ceux des agriculteurs, hormis les épandages de fumure et les récoltes supervisés par la Recherche.

Les rendements moyens des essais de Ndiakane en 1996 sont de 340 kg de gousses par hectare pour 1100 kg de fanes, soit environ 2 et 4 fois moins respectivement qu'en 1995. Cette réduction sévère des rendements et de l'indice de récolte est due au déficit pluviométrique, général à l'ensemble du Centre-Nord Bassin Arachidier : 300 mm à Ndiakane, contre 540 mm en 1995, avec deux longues périodes de sécheresse mi-août et mi-septembre. La qualité de la production est également affectée : par exemple, le rendement au décortilage, le poids de 100 gousses et le poids de 100 graines perdent respectivement 8 points, 12 et 6 grammes. Les coefficients multiplicateurs de semences et la valeur culturale des semences chutent à des niveaux très bas.

Les réponses à la fumure, apparentes sur la biomasse aérienne à 25 et 40 jours, se sont atténuées vers le 70<sup>ème</sup> jour pour finalement disparaître. A la récolte, on ne dénote pas de différence significative entre traitements, ni d'interactions fumure x paysan. Seul le nombre de gousses à l'hectare est accru par la fumure, mais cette différence tout juste significative ne se traduit pas par une augmentation significative de la production de gousses ou de graines à l'hectare, car le poids de 100 gousses et le rendement au décortilage semblent avoir été négativement affectés par la fumure. Ainsi, les traitements favorisés par la fumure au moment de la formation des gousses ont été davantage pénalisés par les stress hydriques en période de remplissage des gousses. Cet exemple illustre une fois de plus comment l'insécurité climatique peut compromettre les efforts d'intensification en zone sahélienne, les risques économiques devenant extrêmes.

A l'inverse des effets fumure, les effets « paysans » sont significatifs pour toutes les variables étudiées, mais le classement de leurs performances ne correspond que très partiellement à celui de la fertilité *a priori* de leurs parcelles. D'ailleurs, et comme en 1995, les analyses physico-chimiques des sols ne permettent pas de classer les parcelles. Il convient donc de poursuivre cette étude dans le cadre de la rotation arachide mil en étendant le diagnostic aux composantes physiques et biologiques de la fertilité des sols et à l'état sanitaire des cultures, en liaison avec les pratiques paysannes passées et actuelles.

Sur le plan méthodologique, une nouvelle décomposition du rendement, adaptée des travaux de Cattani au Burkina-Faso, a été mise en œuvre. Elle comporte 2 niveaux :

1. rendement gousses (poids/ha) = nombre de gousses (/ha) x poids d'une gousse (poids),
  2. rendement graines (poids/ha) = rendement gousses (poids/ha) x rendement au décortilage (poids/poids).
- Par rapport à notre décomposition antérieure (rendement graines = nombre de graines x poids d'une graine), cette approche rend le diagnostic agronomique plus performant car le nombre de gousses est fixé plus précocement et plus précisément dans le cycle cultural que le nombre de graines, à 50-55 jours pour une spanish de 90 jours au lieu de 65-75 jours. En outre, cette approche offre l'avantage de présenter les résultats sous une forme plus conviviale pour les partenaires de la filière arachide : production base coques et taux de décortilage, ce qui correspond aux pratiques commerciales et au processus technologiques.

**Mots-clés :** arachide - sécheresse - sahel - fertilité - fertilisation - risque économique - composantes du rendement - coefficient multiplicateur - effets paysans - diagnostic agronomique

## OBJECTIF ET JUSTIFICATIONS

### *Objectif général*

L'objectif de cette étude conduite en milieu paysan est de mesurer l'influence de la fumure organo-minérale aux doses prescrites par la recherche (travaux du programme GRN) sur la production des cultures d'arachide au travers de l'outil diagnostic de l'élaboration du rendement et sur l'évolution du niveau de fertilité des sols dans le cadre d'une rotation mil-arachide.

### *Justification Fertilité*

(Extrait de Mayeux, 1996, fiche d'activité ISRA)

La société sereer avait forgé des systèmes agraires élaborés, fondés sur une étroite association entre agriculture et élevage, sur un équilibre entre surfaces cultivées et jachères et sur la valorisation du parc arboré. Dès 1969 certaines études (Lericollais A. 1972) mettent l'accent sur des problèmes de saturation foncière et les premiers signes de non-reproductibilité du système. Depuis, des phénomènes majeurs sont intervenus et ont contribué à amplifier ce déséquilibre : sécheresse, diminution des prix de certains produits agricoles, crise économique contraignant l'Etat à réduire les crédits aux agriculteurs, croissance démographique très forte, etc... Il serait souhaitable de mieux connaître la dynamique de ce système pour définir les politiques de développement.

Sur le plan agronomique, une caractéristique principale de la zone centre-nord du bassin arachidier réside dans sa faible inertie. La longue période sèche favorise l'affaiblissement de la protection biologique des sols. On rencontre des sols peu évolués constitués de dépôts successifs de matériaux sableux ou sablo-argileux. Ces sols ont une faible capacité de rétention en eau.

La pression démographique se traduit de plus en plus par une saturation de l'espace agricole utile au détriment de la jachère et par la mise en culture de terres marginales. Dans le village de Sob (Mayeux, 1994) on note que les exploitations les plus grandes regroupent le plus grand nombre de champs intrinsèquement "pauvres" sur le plan de la fertilité. Ceci traduit sans doute un besoin de compenser les faibles rendements par une extension des surfaces. L'agriculteur est alors confronté à une charge de travail supplémentaire qui l'amène à négliger certaines actions (binage, désherbage). Un enherbement excessif place la plante en situation de compétition directe par rapport à la ressource hydrique et tire les rendements vers le bas. Ce système extensif tend vers une exploitation du type "minimum tillage", qui n'est sans doute pas le moyen de stabiliser la production dans un espace agricole limité et d'envisager l'alimentation d'une population qui doublera dans quelques décennies.

Dans le contexte agricole actuel, l'agriculteur se retrouve seul face aux opérateurs économiques. La recherche se doit de lui apporter des solutions pour développer son outil de travail afin qu'il puisse s'adapter à la demande et être en mesure de faire des choix de production. L'amélioration de l'outil de travail doit se faire en termes raisonnés suivant les capacités d'adaptation techniques et socio-économiques de l'agriculteur. S'agit-il encore de produire la meilleure formule de fertilisation minérale quand on note que le marché des engrais est au plus bas. A la diversité des situations doivent correspondre des propositions adaptées. Dans les conditions de fragilité du système agro-écologique qui prévaut au sein du bassin arachidier, des pratiques agronomiques



visant à contrer cette dynamique de dégradation des sols tout en minimisant les risques par rapport à une ressource hydrique limitante sont les premières actions à entreprendre (fin de citation).

Nous avons travaillé cette campagne, en collaboration avec les agriculteurs de Ndiakane, sur la base d'une fumure organo-minérale permettant de pallier partiellement à la faiblesse du statut organique des sols et d'apporter les éléments minéraux indispensables à la culture tout en restant économiquement accessible. Nous nous sommes basés sur les recommandations du groupe GRN (gestion des ressources naturelles) de l'ISRA :

- fumure minérale répartie sur les deux cultures de la rotation, arachide et mil,
- fumure ciblée par culture : 14.7.7 pour le mil, 6.20.10 pour l'arachide
- dose faible, 75 kg/ha, pour limiter les risques financiers face à l'aléa climatique et tenir compte de la faible capacité d'échange des sols.

### ***Justification Elaboration du rendement de l'arachide***

(Etat de la question début 1997)

Pour l'arachide comme pour les autres cultures, la variabilité des récoltes en quantité et qualité est très importante et dépend des conditions du milieu et des facteurs de production. Le climat et les techniques culturales agissent sur les états du milieu en interaction avec les états du peuplement et *in fine* sur le processus d'élaboration de la production. C'est un processus dynamique car les états du milieu et les exigences de la culture évoluent au cours du cycle. Le diagnostic agronomique vise à identifier et à hiérarchiser *a posteriori* les caractéristiques du milieu et du système de culture ayant limité la production (MEYNARD, 1992).

Le cycle d'une plante peut être délimité en un certain nombre de phases de développement correspondant à l'apparition ou à l'entrée en croissance de nouveaux organes. Pour les plantes dont on récolte les grains, la méthode de l'analyse des composantes du rendement permet de déterminer les périodes d'intervention des conditions ou facteurs limitants. La décomposition la plus simple s'écrit :

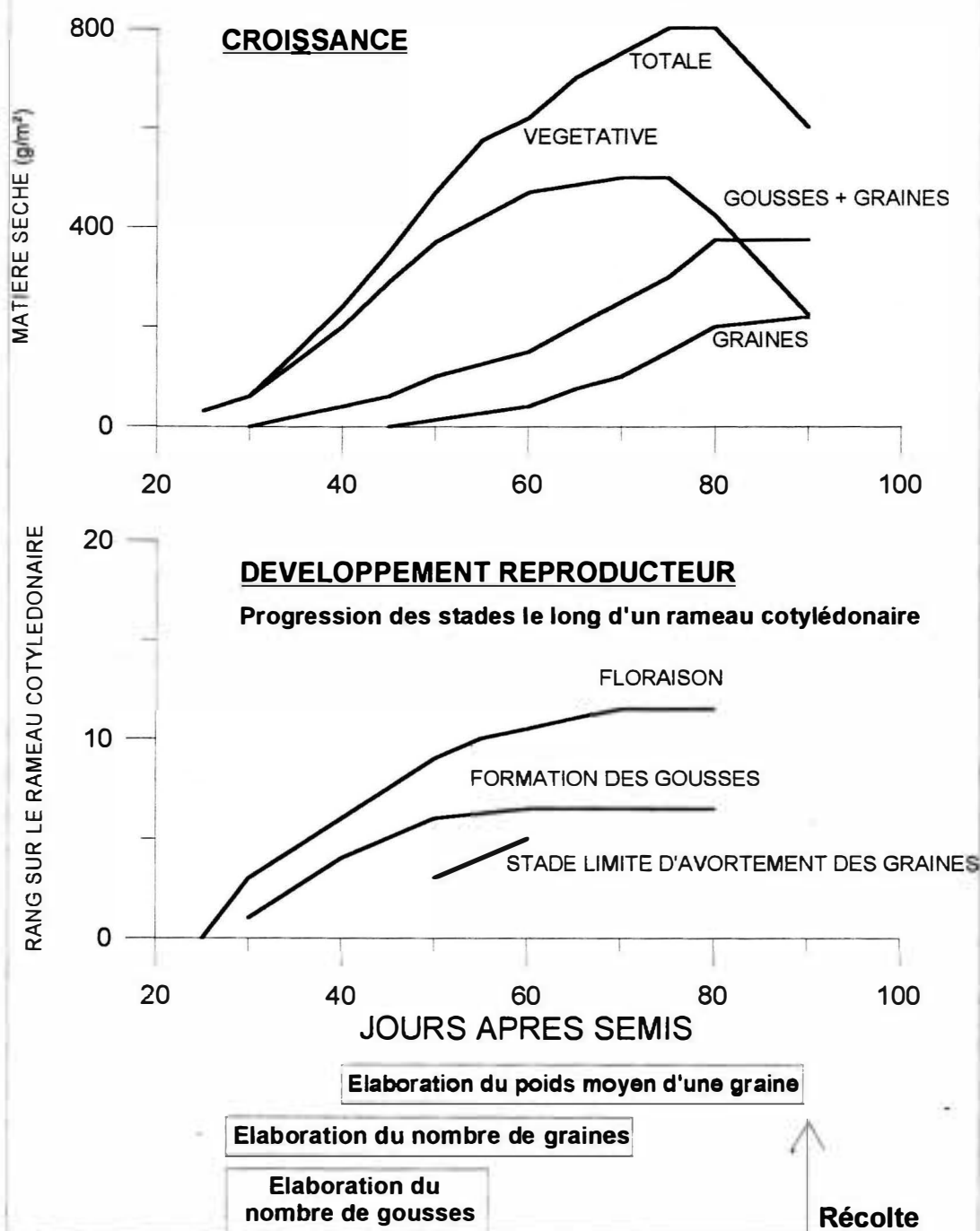
$$\text{RENDEMENT} = \text{NOMBRE MOYEN DE GRAINS / M}^2 \times \text{POIDS MOYEN D'UN GRAIN.}$$

Pour une céréale à cycle déterminé comme le maïs par exemple, ces deux composantes se forment pendant des phases du cycle bien délimitées, pratiquement disjointes. Le niveau des composantes dépend largement de la croissance pendant leur phase de formation. Ainsi, le nombre moyen de grains dépend de tout ce qui se passe avant la floraison, et le poids d'un grain de ce qui se passe après. En examinant les variations de ces deux composantes, on peut donc déterminer si, sur une parcelle, le rendement a été limité par un milieu défavorable avant ou après l'anthèse.

Pour l'arachide et les autres plantes à croissance indéterminée, légumineuses ou non, la démarche est possible, mais elle est plus complexe, à cause de l'étalement et du chevauchement des périodes de floraison, de formation des gousses et de remplissage des graines.

Pour une variété d'arachide hâtive à récolter à 90 jours (type Spanish), le nombre de **fruits** formés, et donc le nombre *potentiel* de graines, cesse pratiquement d'évoluer vers 50-55 jours après (CATTAN, 1996 : travaux de thèse au Burkina-Faso, CIRAD/INERA). Ce constat a servi de fondement à la décomposition du rendement adoptée dans nos travaux antérieurs (Rapports phytotechnie arachide A. Mayeux, campagnes 1994 et 1995) où en pratique l'on considérait que les

# Phases de croissance et de développement d'une arachide de type spanish de 90 jours (adapté de Cattan, 1996)



conditions de croissance pendant les 2 premiers tiers du cycle (jusqu'au 60ème jour) expliquent la formation du nombre de graines, et que les conditions du fonctionnement du peuplement pendant le dernier mois du cycle sont les plus déterminantes sur la formation du poids moyen des graines.

Cependant CATTAN en est venu à dénoncer cette décomposition et en propose une autre directement basée sur le constat initial :

**« La décomposition simple du rendement en nombre de graines et poids moyen d'une graine n'est pas suffisante dans le cas de l'arachide. D'une part, il y a un chevauchement important des périodes d'élaboration de ces deux composantes. D'autre part, la fin de la période d'élaboration du nombre de graines varie beaucoup, en fonction des conditions de culture, et arrive parfois très près de la récolte. La formation de cette composante couvre donc une période trop longue pour mettre en évidence un facteur particulier. »**

**Néanmoins, une période charnière a été identifiée...elle coïncide avec le début de la croissance rapide des graines, vers 50-55 jours après le semis. A partir de cette date, le nombre de gousses est peu modifié par les conditions de croissance. La composante nombre de gousses est donc représentative des conditions de croissance et de développement entre la floraison et le début de croissance rapide des graines. »** (Cattan 96, Les composantes du rendement de l'arachide, dans Agriculture et Développement, 11, 33-38).

Le stade 50-55 jours correspond bien, pour un peuplement d'arachides de 90 jours, à une période critique du développement et de la croissance des plantes (voir graphe n°1):

**Développement** : la majorité des gousses sont formées, leur vitesse de croissance commence à devenir forte et la floraison ralentit. Il est probable, d'après Cattan, que la vitesse maximale de croissance individuelle des graines soit déterminée dès leur formation. Le potentiel de croissance du puits reproducteur, résultant du nombre de gousses et de la vitesse de croissance des graines, s'en trouve donc fixé, ce qui détermine la demande potentielle en assimilats.

**Croissance** : la production de matière sèche totale progresse à la même vitesse, mais la production de matière sèche végétative ralentit, celle des gousses s'accroît et celle des graines commence.

La décomposition du rendement graine proposée par Cattan est la suivante:

**RENDEMENT GRAINE /HA = NB DE GOUSSES /HA X NB DE GRAINES /GOUSSE X**

**POIDS MOYEN D'UNE GRAINE,**

avec **NB DE GOUSSES /HA = NB DE PLANTES /HA X NB DE GOUSSES /PLANTE**

et **NB DE GRAINES /GOUSSE = NB DE CAVITES /GOUSSE X NB DE GRAINES /CAVITE,**

le nombre de cavités (ou alvéoles) par gousses étant lié, pour des variétés de type spanish, à la proportion de gousses bigraines et monograines,

et le nombre moyen de graines/cavité variant entre 0 et 1.

Bien que la fin de la période d'élaboration du nombre de graines varie beaucoup en fonction des conditions de culture, on considère en conditions normales que le nombre de graines n'évolue plus à partir du 70ème jour après semis.

## MATERIEL ET METHODE

### ***Dispositif expérimental***

Essai fumure à 4 traitements et 2 répétitions (Blocs de Fisher), implanté chez 6 agriculteurs (une randomisation par agriculteur) du village de Ndiakane (département de Bambey).

Les 6 parcelles sont censées couvrir la gamme de fertilité des sols de Ndiakane, avec :

- 2 parcelles de fertilité présumée faible,
- 2 parcelles de fertilité présumée moyenne,
- 2 parcelles de fertilité présumée bonne

Il s'agit d'un classement *a priori*, à dire d'agriculteur. En 1995, ce type de classement empirique fut validé dans le même village sur 15 parcelles par les niveaux de rendements enregistrés *a posteriori*, respectivement 500, 850 et 1100 kg de graines/ha pour les niveaux de fertilité faible, moyen et bon (Mayeux, 1996).

### Traitements fumure en comparaison :

- T0 = témoin non fumé
- T1 = fumure organique : fumier, 3 T/ha
- T2 = fumure minérale : engrais complet, 75kg/ha de 6-20-10
- T3 = fumure organo-minérale : T1 + T2

### Dimensions :

Parcelle élémentaire (PE) de 20 lignes de 15 m (150 m<sup>2</sup>)

Surface d'un bloc = 600 m<sup>2</sup>

Surface d'un essai = 1200 m<sup>2</sup>

Itinéraires techniques : ceux des agriculteurs, avec quelques interventions des techniciens de l'ISRA liées aux traitements étudiés :

- Variété : 55-437 (spanish de 90 jours vulgarisée depuis plusieurs décennies)
- Semences : celles des agriculteurs (semences dites « personnelles »)
- Traitement des semences : Granox fourni par l'ISRA, poudrage effectué par les techniciens de l'ISRA sur l'ensemble des semences avant les semis
- Semis : mécaniques, effectués par les agriculteurs, sur la première pluie utile
- Epandage du fumier : 45 kg de fumier sec épandu sur chaque PE avant le semis ; il s'agit du fumier produit par chaque agriculteur, mélange de poudrette, résidus végétaux de litière ou de fourrage, cendres et déchets domestiques, ...
- Epandage de l'engrais : en post-semis, sur chaque interligne, par les techniciens de l'ISRA
- Incorporation de la fumure au sol : par les agriculteurs, lors du radou (binage croisé effectué en post-semis et pré-levée de la culture pour détruire les graines d'adventices en germination ou les très jeunes plantules).

**PLUVIOMETRE NDIKANE 1996**  
en mm de hauteur d'eau (l/m<sup>2</sup>)

	juin	juillet	août	septembre	octobre
1					19.6
2					0.7
3				4.9	
4					
5			1.0	17.0	
6			0.5		
7			10.9	2.8	
8		5.5			
9					
10					
<b>1e décade</b>	<b>0</b>	<b>5.5</b>	<b>12.4</b>	<b>24.7</b>	<b>20.3</b>
11					
12					2.6
13					
14					
15					10.4
16					1.2
17					
18		15.0			
19			3.0		
20					
<b>2e décade</b>	<b>0</b>	<b>15.0</b>	<b>3.0</b>	<b>0.0</b>	<b>14.2</b>
21			25.0		
22			10.5	1.5	
23		1.7		14.2	
24		46.5	29.7		
25		4.9			
26					
27			1.9	19.9	
28					
29					
30		17.3			
31		32.7			
<b>3e décade</b>	<b>0</b>	<b>103.1</b>	<b>67.1</b>	<b>35.6</b>	<b>0</b>
<b>T.mensuel</b>		<b>123.6</b>	<b>82.5</b>	<b>60.3</b>	<b>34.5</b>

Première pluie utile : 18 juillet  
Deuxième pluie utile : 24 juillet  
Dernière pluie utile : 15 octobre  
Durée hivernage utile : 3 mois

<b>Cumuls :</b>	<b>Ndiakane 96 :</b>	<b>301</b>	<b>Ndiakane 95 :</b>	<b>540</b>
	Ndiakayel 96 :	275		
	Djourbel 96 :	356		
	<b>Bambey 96 :</b>	<b>357</b>	<b>Bambey 95 :</b>	<b>575</b>



- Binages : en traction animale équine ou asine sur les interlignes, complété à l'iler ou à la main sur la ligne (pratique paysanne)
- Soulevage à la récolte par les paysans supervisés par les techniciens de l'ISRA

### **Observations**

- Pluviométrie : 6 pluviomètres à proximité des 6 parcelles
- Prélèvement de sol (analyses physique et chimique) : 0 - 10 cm et 10 - 20 cm, effectué en fin de saison sèche
- Densité de peuplement (nombre de plants présents) à la levée et à la récolte
- Profil racinaire à 60 jours : comptage de racines sur grille verticale, maille de 5 cm x 5 cm, sur deux parcelles de statut de fertilité opposé, pour les traitements témoin non fumé et fumure organo-minérale, avec 2 répétitions par situation (total 8 fosses)
- Estimation de la surface foliaire à 25, 40, 60 jours : mesures non destructives au Licor LAI 2000 (voir fiche technique CERAAS en annexe)
- Mesure de biomasse végétative aérienne à 25, 40, 60 : prélèvements sur 2 x 3 m<sup>2</sup> par PE.
- Rendements gousses et fanes, sur les 4 lignes centrales de chaque PE, tronquées à 1.5 m de chaque côté (mise en bottes des plants provenant des parcelles utiles par les techniciens de l'ISRA)
- Analyse technologique de la récolte : sur échantillon de 500 g de gousses par PE, au laboratoire
- Visites très fréquentes des techniciens ; 8 visites du chercheur responsable entre le 13/08 et 04/10.

### **PLUVIOSITE**

Les 6 relevés de Ndiakane sont très voisins entre eux : 300 mm +/- 5 %.

Ce cumul de 1996 peut être rapproché de :

- ceux de Bambey 96 : 357, Ndiakayel 96 : 275 mm
- ceux de Ndiakane 1995 : 540 mm, Bambey 95 : 575 mm

D'autres relevés effectués dans le Centre Nord Bassin Arachidier confirment ces données qui permettent de classer l'année 1996 parmi les années sèches.

La première pluie de semis est intervenue le 18 juillet avec 15 mm. Cinq de nos six agriculteurs l'ont mise à profit pour semer entre autres parcelles les nôtres, le jour même, le lendemain, ou le surlendemain. Le sixième a semé sur la deuxième pluie de semis intervenue le 24 juillet, avec 46 mm.

La fin du mois de juillet bien arrosée a permis de supporter la faiblesse des précipitations de la première décade d'août (voir tableau page ci-contre). La deuxième décade d'août a été très sèche, mais a été suivie de deux décades relativement correctes. La deuxième décade de septembre a été extrêmement sèche, les 5 pluies de 10 à 20 mm (cumul 60 mm) intervenues du 24 septembre au 15 octobre ayant permis d'éviter la catastrophe totale.

## Essais fertilisation arachide Ndiakane 1996. Analyses de variances et moyennes par paysan et par objet. Première partie : variables agronomiques.

	Densité du peuplement					Indice foliaire			Biomasse végétative			Production				Composantes		
	levée 05-aoû	12-aoû	28-aoû	17-sep	récolte 22-oct	début floraison 24 à 26 jés	pic floraison 40 à 42 jés	fin floraison 88 à 88 jés	12-aoû	28-aoû	17-sep	Fanes+gousses	Gousses Récolte 22 octobre	Fanes	Harvest Index	Pds100gousses	Nb gousses	Nb gou/plant
<b>Analyse de Variance</b>																		
F. objet	ns				ns	8.7***	ns	ns	21.9***	10.4***	5.7**	3.7*	ns	ns	8.4**	ns	4.3*	4.9*
F. paysan	21.7***				38.4***	5.1**	5.6**	12.7***	18.7***	11.5***	8.7***	14.7***	11.6***	14.8***	ns	12.1***	8.4***	4.7*
F. paysan*objet	ns				ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F. paysan*bloc	ns				ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	3.8*	ns	ns	ns
<b>Coefficient de variation (%)</b>	11.2				10.8	24.7	25.4	21.2	15.5	23.3	27.8	18.3	22.9	17.6	11.2	9.2	22.0	24.7
<b>Moyenne générale</b>	144	195	191	162	141	0.40	0.50	0.86	242	595	714	1431	339	1097	23.7	47.0	715	5.2
unités	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	g	milliers/ha	
<b>Moyennes /paysan</b>																		
Ibra Ndione	171 a	208	218	187	--	0.42 ab	0.44 bc	0.53 d	248 b	449 bc	423 c	--	--	--	--	--	--	--
Saliou Gueye	150 a	198	174	169	144 b	0.32 b	0.48 abc	0.55 d	190 c	419 c	568 bc	913 c	217 c	697 c	25.1	38.5 c	561 b	3.9 b
Modou Ngom	111 b	118	117	103	108 c	0.30 b	0.48 abc	0.79 c	157 c	498 bc	650 bc	1293 b	299 bc	1021 b	22.8	46.6 b	639 b	6.0 a
Djibril Yade	114 b	161	163	133	112 c	0.48 a	0.56 ab	1.29 a	304 a	780 a	958 a	1578 b	349 b	1229 ab	21.9	53.1 a	658 b	5.8 a
Dame Gueye	150 a	246	254	200	173 a	0.35 ab	0.34 c	0.93 bc	290 ab	799 a	772 ab	1504 b	360 b	1143 b	23.6	48.7 ab	735 b	4.3 ab
Abdou Ndep	172 a	243	219	197	173 a	0.48 a	0.66 a	1.08 b	264 ab	625 ab	915 a	1870 a	472 a	1398 a	25.2	48.0 ab	980 a	5.7 a
<b>Moyennes /objet</b>																		
Témoin absolu	145	200	185	155	140	0.30 b	0.44	0.85	206 b	457 c	522 b	1289	284	1005	21.6 b	47.7	586 b	4.2 b
Fumure organique	141	182	205	170	141	0.34 b	0.46	0.91	191 b	532 bc	763 a	1381	357	1041	27.0 a	47.6	743 a	5.5 a
Fumure minérale	145	199	182	158	144	0.48 a	0.51	0.79	282 a	835 b	841 a	1525	367	1172	23.9 b	47.1	788 a	5.4 a
Fum. organo-min	148	200	192	163	142	0.46 a	0.59	0.89	289 a	755 a	731 a	1530	350	1172	22.3 b	45.6	761 a	5.5 a

Harvest Index (indice de récolte) : rendement gousses / rendement gousses + fanes \* 100

ns : non significatif, \* significatif (0.05), \*\* hautement significatif (0.01), \*\*\* : très hautement significatif (0.001);

les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles, test de Newman et Keuls à 5 %.

Analyses statistiques effectuées avec le logiciel SAS, procédure GLM (General Linear Model), grâce aux facilités offertes par le CERAAS et au concours de David BOGGIO.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

### *Niveaux de rendement en arachide*

La moyenne générale sur nos parcelles d'essai à Ndiakane se situe à 340 kg de gousses par hectare pour 1100 kg de fanes, contre 1100 et 2600 kg/ha de gousses et de fanes respectivement en 1995 dans le même village avec la même variété. La production de fanes a donc été divisée par plus de 2, et celle de gousses par près de 4.

Les maxima de rendements ont été estimés à partir des moyennes de 3 carrés de rendements effectués sur les 3 parcelles de Ndiakane qui *de visu* semblaient les plus prometteuses. Ils s'élèvent à 725, 600 et 500 kg de gousses par ha, et correspondent curieusement aux minima des 15 parcelles suivies en 1995 (Mayeux 96).

La qualité de la production est également affectée, comme en témoignent les données moyennes suivantes :

indicateur	1996	1995	potentiel variété
rendement décortilage	62 %	70 %	75 %
poids de 100 gousses	47 g	59 g	85 à 95 g
poids de 100 graines	23 g	29 g	35 à 38 g

Les coefficients multiplicateurs de semences se situent à des niveaux extrêmement faibles, entre 2 et 3, pour la plupart des agriculteurs de Ndiakane en 1996 (voir tableau page suivante). En terme de nombre de graines produites par graine semée, le coefficient multiplicateur est légèrement moins mauvais car les graines récoltées en 96 sont plus petites. La valeur culturale des semences, liée à la faculté et à la valeur germinatives, sera également affectée.

### *Réponses à la fertilisation*

Dans les conditions hydriques extrêmement limitantes de cette campagne, les réponses à la fumure, apparentes en début de cycle sur la biomasse végétative aérienne et la surface foliaire, se sont atténuées vers le 70<sup>ème</sup> jour pour finalement disparaître (voir tableau page ci-contre). A la récolte, on ne dénote plus de différence significative entre traitements sur la production de fanes, de gousses ou de graines, les interactions fumure x paysan n'étant pas davantage significatives.

Cependant, les tendances des résultats de production laissent entrevoir un probable effet fumure confirmé par des différences significatives entre certaines composantes du rendement. Ainsi, le nombre de gousses par plante passe de 4,2 pour le témoin non fumé à 5,5 avec la fumure, faisant ainsi passer le nombre de gousses à l'hectare de 586.000 sans fumure à 757.000 avec fumure. Ces différences tout juste significatives sur les nombres de gousses sont insuffisantes à induire des différences significatives sur la production de gousses ou de graines à l'hectare, car elles ne sont pas accompagnées d'une augmentation du poids moyen de 100 gousses et du taux de décortilage. Au contraire, ces deux composantes semblent avoir été négativement affectées par la fumure. Cet effet est plus accusé sur le taux de graines HPS



Essais fertilisation arachide Ndiakane 1996. Analyses de variances et moyennes par paysan et par objet. Deuxième partie : variables technologiques.

	Rdt au décortiquage		HPS/TV	Rendement graines		Poids de 100 graines		Nb surfacique graines		% gousses/blgraines		Analyse sanitaire des gousses				
	TV	HPS		TV	HPS	TV	HPS	TV	HPS	en nombre	en poids	saines	scanifées	percées	moisies	cassées
<b>Analyse de Variance</b>																
F objet	ns	3 5*	3 5*	5 7*	ns	ns	ns	ns	ns	4 3*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F paysan	6 2**	ns	ns	13 5***	8 8**	6 5**	8 8***	10 3***	7 8**	ns	ns	ns	ns	3 8*	ns	ns
F paysan*objet	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F paysan*bloc	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	4 3*	3 2*	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Coefficient de variation (%)</b>	6.6	14.2	13.3	23.6	30.5	13.8	8.4	22.5	28.3	4.2	3.4	28.2	31.7	51.8	233.6	101.2
<b>Moyenne générale</b>	61.5	46.6	75.5	210	160	23.2	27.3	901	580	72.2	82.7	47.7	39.0	12.3	0.06	0.86
unités	%	%	%	kg/ha	kg/ha	g	g	milliers/ha	milliers/ha	%	%	%	%	%	%	%
<b>Moyennes /paysan</b>																
Ibra Ndione																
Saliou Gueye	57.1 b	39.0 b	67.9	123 c	83 c	18.3 b	23.1 b	676 c	355 c	71.4	81.2	48.8	34.4	16.0	0.08	0.75
Modou Ngom	59.2 b	46.0 ab	77.6	178 b	140 b	23.9 a	27.5 a	737 bc	505 bc	70.9	81.0	33.7	45.6	20.4	0.14	0.20
Djibril Yade	62.1 ab	51.3 a	82.6	218 b	180 ab	25.8 a	29.2 a	854 bc	622 ab	71.0	83.2	52.1	35.6	11.4	0.07	0.84
Dame Gueye	66.6 a	50.3 a	75.5	239 b	180 ab	24.5 a	28.7 a	984 b	623 ab	75.3	84.9	45.7	42.9	10.9	0.01	0.46
Abdou Ndep	62.5 ab	46.4 ab	74.0	294 a	219 a	23.4 a	27.9 a	1256 a	793 a	72.3	83.1	56.0	29.0	13.8	0.00	1.27
<b>Moyennes /objet</b>																
Témoin absolu	62.3	50.8 a	81.6 a	177 b	145	23.2	26.8	770	547	68.8 b	80.9	45.6	37.3	16.7	0.02	0.41
Fumure organique	62.9	48.1 ab	76.6 ab	226 a	172	24.1	28.0	931	607	73.5 a	83.0	53.8	32.8	12.3	0.10	1.01
Fumure minérale	61.0	46.2 ab	75.3 ab	224 a	171	22.8	26.6	971	636	72.5 a	82.9	43.8	42.1	13.3	0.05	0.80
Fum. organo-min	59.9	41.3 b	68.5 b	214 a	153	22.5	27.8	934	527	74.0 a	83.8	45.8	37.9	15.7	0.07	0.58

TV : tout venant, HPS : hand picked selected (=bonnes graines, ou graines semences)

ns : non significatif, \* significatif (0.05), \*\* hautement significatif (0.01), \*\*\* : très hautement significatif (0.001).

les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles, test de Newman et Keuls à 5 %.

Analyses statistiques effectuées avec le logiciel SAS, procédure GLM (General Linear Model), grâce aux facilités offertes par le CERAAS et au concours de David BOGGIO

(Hand Picked Selected, ou bonnes graines ou encore graines semences), avec des différences à nouveau significatives, en défaveur de la fertilisation. Généralement, de faibles taux de bonnes graines sont associés à des déficits de maturité.

Ce type de comportement s'explique par le fait que les traitements favorisés en début de cycle par la fumure ont été davantage pénalisés par le déficit hydrique de septembre. La fumure a provoqué dans un premier temps une augmentation de la surface foliaire (offre en assimilats) et du puits reproducteur (demande en assimilats) mais dans un deuxième temps, la sécheresse de septembre a induit un stress hydrique et nutritionnel plus sévère pour les couverts consommant davantage d'eau (ceux à plus grande surface foliaire). L'avantage procuré par la fumure en période de formation des gousses (accroissement des nombres) se convertit en handicap en période de remplissage (réduction des poids car compétition pour des ressources limitées). Cet exemple illustre une fois de plus comment l'insécurité climatique peut compromettre les efforts d'intensification en zone sahélienne, le risque économique devenant extrême pour le cultivateur.

### **Effets paysan**

A l'inverse des effets fumure, les effets « paysan » sont significatifs pour la plupart des variables étudiées et ne sont pas affectés par les traitements fumure (absence d'interaction significative). Le classement des performances des paysans ne correspond d'ailleurs que très partiellement à celui de la fertilité *a priori* de leurs parcelles, même si la meilleure performance a été obtenue sur une parcelle présumée « fertile ». D'ailleurs, et comme en 1995, les analyses physico-chimiques du sol ne permettent pas un classement des parcelles et ne corroborent pas *a posteriori* le classement empirique *a priori* des paysans.

Ces effets « paysan » peuvent recouvrir plusieurs types de facteurs et de conditions de production : caractéristiques intrinsèques de la parcelle avec les composantes chimiques mais aussi physiques et biologiques de la fertilité du sol, semences et techniques culturales mises en oeuvre en fonction des moyens et des priorités des exploitants. Mais les données recueillies au cours de cette campagne ne permettent pas d'avancer davantage dans l'explication des performances des paysans.

Les visites régulières des champs ont permis de constater *de visu* une forte hétérogénéité entre les plants au sein d'un même champ, qui croît en cours de campagne, et variable d'un champ à l'autre. En effet, dans un champ, les plantes semblent se répartir en 3 populations : celles qui meurent tout au long du cycle, celles qui restent rabougries, et celles qui contribuent à la récolte ; les deux premières représentent souvent une proportion importante des semences mises en terre, principal intrant de la culture. Les maladies et ravageurs du sol semblent à cet égard jouer un rôle important. Parmi les plus importants, nous identifions *a priori* les nématodes et le clump, ainsi que les champignons parasites *Aspergillus niger* et *Macrophomina phaseoli*. Les premiers causent des rabougrissements dont les descriptions (symptômes et évolution spatio-temporelle) et les méthodes de lutte chimique sont, d'après la littérature, étonnamment ressemblantes. Les seconds provoquent de la mortalité, sporadiquement pendant les deux premiers tiers de l'hivernage pour *A. niger*, et par taches pérennes pour *M. phaseoli* au cours du dernier tiers de l'hivernage. Ce parasitisme tellurique se répercute vraisemblablement sur l'activité des

## Analyses physico-chimiques du sol des parcelles d'essais 1996 et d'enquête 1995 à Ndiakane

Paysan	classe fertilité	Horizon cm	A+L g/100g	MO g/1000g	C g/1000g	N	C/N -	CEC	Ca meq / 100 g terre fine	Mg	Na	K	SBE	SBE/CEC %	pH eau	pH KCl	d pH	P total g/1000g	P ass ppm
Abdou Ndep	bonne	0-10	8.3	0.41	2.38	0.27	8.8	3.5	1.98	0.97	0.01	0.08	3.04	87	6.77	5.99	0.78	0.21	32
Dame Gueye	moyenne	0-10	5.3	0.22	1.30	0.17	7.6	1.9	1.13	0.38	0.01	0.03	1.56	82	6.62	5.62	1.00	0.28	45
Djibril Yade	faible	0-10	5.8	0.25	1.45	0.19	7.6	2.7	1.38	0.59	0.01	0.04	2.03	75	6.32	5.41	0.91	0.30	41
Modou Ngom	bonne	0-10	5.8	0.30	1.72	0.18	9.6	2.3	1.12	0.54	0.01	0.10	1.76	77	6.56	5.75	0.81	0.25	46
Saliou Gueye	moyenne	0-10	4.0	0.40	2.34	0.24	9.8	2.2	1.22	0.41	0.01	0.08	1.72	78	6.80	6.24	0.56	0.24	75
Ibra Ndione	faible	0-10	7.5	0.29	1.68	0.19	8.8	3.3	1.34	0.80	0.01	0.05	2.21	67	6.14	5.01	1.13	0.19	27
Abdou Ndep	bonne	10-20	10.5	0.36	2.11	0.25	8.4	4.4	2.21	1.14	0.01	0.04	3.41	77	6.42	5.12	1.30	0.31	86
Dame Gueye	moyenne	10-20	6.5	0.29	1.68	0.17	9.9	2.0	1.18	0.47	0.02	0.02	1.69	85	6.34	5.23	1.11	0.22	36
Djibril Yade	faible	10-20	8.0	0.29	1.68	0.21	8.0	4.1	1.75	0.69	0.01	0.02	2.47	60	6.10	4.86	1.24	0.26	32
Modou Ngom	bonne	10-20	7.8	0.29	1.68	0.18	9.3	2.3	1.12	0.59	0.01	0.05	1.77	77	5.75	4.51	1.24	0.27	39
Saliou Gueye	moyenne	10-20	5.3	0.36	2.07	0.23	9.0	2.7	1.54	0.49	0.01	0.04	2.08	77	6.69	5.86	0.83	0.20	21
Ibra Ndione	faible	10-20	9.8	0.36	2.07	0.17	12.2	3.4	1.66	1.03	0.01	0.02	2.72	80	5.71	4.16	1.55	0.23	24
Abdou Ndep	bonne	0-20	9.4	0.39	2.25	0.26	8.6	4.0	2.10	1.06	0.01	0.06	3.22	82	6.60	5.56	1.04	0.26	59
Dame Gueye	moyenne	0-20	5.9	0.26	1.49	0.17	8.8	2.0	1.16	0.43	0.01	0.03	1.62	83	6.48	5.43	1.06	0.25	40
Djibril Yade	faible	0-20	6.9	0.27	1.57	0.20	7.8	3.4	1.57	0.64	0.01	0.03	2.25	68	6.21	5.14	1.08	0.28	36
Modou Ngom	bonne	0-20	6.8	0.29	1.70	0.18	9.4	2.3	1.12	0.57	0.01	0.07	1.77	77	6.16	5.13	1.03	0.26	43
Saliou Gueye	moyenne	0-20	4.7	0.38	2.21	0.24	9.4	2.5	1.38	0.45	0.01	0.06	1.90	77	6.75	6.05	0.70	0.22	48
Ibra Ndione	faible	0-20	8.7	0.32	1.88	0.18	10.5	3.4	1.50	0.92	0.01	0.04	2.46	73	5.93	4.59	1.34	0.21	25
<b>Moyenne 6 parcelles 96</b>			<b>7.1</b>	<b>0.32</b>	<b>1.85</b>	<b>0.20</b>	<b>9.1</b>	<b>2.9</b>	<b>1.47</b>	<b>0.68</b>	<b>0.01</b>	<b>0.05</b>	<b>2.20</b>	<b>77</b>	<b>6.35</b>	<b>5.31</b>	<b>1.04</b>	<b>0.25</b>	<b>42</b>
écart-type			1.7	0.06	0.32	0.04	0.9	0.8	0.36	0.26	0.00	0.02	0.59	6	0.31	0.49	0.21	0.03	11
coefficient de variation (%)			24.8	17.4	17.4	17.6	10.0	26.8	24.2	38.0	27.3	37.5	26.7	7.5	4.8	9.3	19.8	10.5	27.1
bonnes parcelles 95			7.6	0.32	1.94	0.19	10.2	2.5	1.92	0.69	0.01	0.06	2.68	94	6.20	5.06	1.14	-	15
moyennes parcelles 95			7.2	0.30	1.84	0.18	10.4	2.4	2.29	0.59	0.00	0.06	2.95	92	6.48	5.42	1.06	-	37
mauvaises parcelles 95			8.2	0.34	1.85	0.19	9.8	3.0	2.22	0.73	0.00	0.05	3.01	96	6.29	4.96	1.33	-	23
<b>Moyenne 15 parcelles 95</b>			<b>7.4</b>	<b>0.31</b>	<b>1.89</b>	<b>0.19</b>	<b>10.3</b>	<b>2.5</b>	<b>2.11</b>	<b>0.64</b>	<b>0.01</b>	<b>0.06</b>	<b>2.82</b>	<b>93</b>	<b>6.34</b>	<b>5.24</b>	<b>1.10</b>	<b>-</b>	<b>26</b>

symbiotes. Outre les *Rhizobia* responsables de la nodulation et de la fixation d'azote atmosphérique, il faudrait considérer les mycorhizes, qui constituent un véritable prolongement des racines dont dépend en partie la capacité d'alimentation hydrique et minérale de la plante.

La prise en compte de la variabilité de la culture et de l'ensemble de contraintes phytosanitaires interagissant avec les situations de production (fertilité, conditions et facteurs de production), devrait permettre d'avancer dans l'explication des effets « paysan ». A noter que le problème de la variabilité de la culture est également signalé au Niger (Oléagineux, 1992).

### **Analyses physico-chimiques des sols**

En 1994 à Sob et en 1995 à Ndiakane, des prélèvements de sols à la tarière ont été effectués en début d'hivernage sur les 15 + 15 parcelles d'études, réparties *a priori* (à dire d'agriculteur) en 3 niveaux de fertilité : bon, moyen et faible. Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les horizons 0-20 et 20-40 cm ne permirent pas de retrouver ce classement, dont la pertinence fut par ailleurs confirmée par les niveaux de rendements obtenus. Sur la base de suggestions de Mamadou Diouf (Diagnostic agronomique en parcelles paysannes), Mayeux proposa en 1996 d'analyser séparément les horizons 0-10 et 10-20 cm, d'autant que l'examen des profils racinaires révélait une colonisation beaucoup plus importante de l'horizon 0-10 cm pour les champs dits fertiles.

En 1996, l'analyse de l'horizon 0-10 cm sur nos 6 parcelles ne permet pas davantage de retrouver leur classement *a priori* selon les 3 niveaux de fertilité. Les 6 parcelles de 1996 présentent des caractéristiques très similaires entre elles et très proches de celles de 1995. Une analyse en composantes principales effectuée sur les 11 variables physico-chimiques mesurées (A+L, C, N, CEC, Ca, Mg, K, Na,  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ ,  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ , Pass) pour l'horizon 0-20 cm révèle que toutes les variables contribuent de façon équilibrée à la composition du premier axe expliquant 55% de la variabilité totale du nuage de points. Il n'y a donc pas de variables qui tirent plus que d'autres ce nuage de points dans une direction donnée. Toutes les variables se tiennent sensiblement au même niveau (voir tableau page ci-contre) :

- très faible et très peu variable pour :

- les éléments fins (<10 g/100g),
- le C (<2.3 g/1000g), l'N (<0.26 g/1000g),
- la CEC (<4 meq/100g) saturée à hauteur de 77% en 1995 ou 94% en 1996 par les bases échangeables (<3.3 meq/100g);

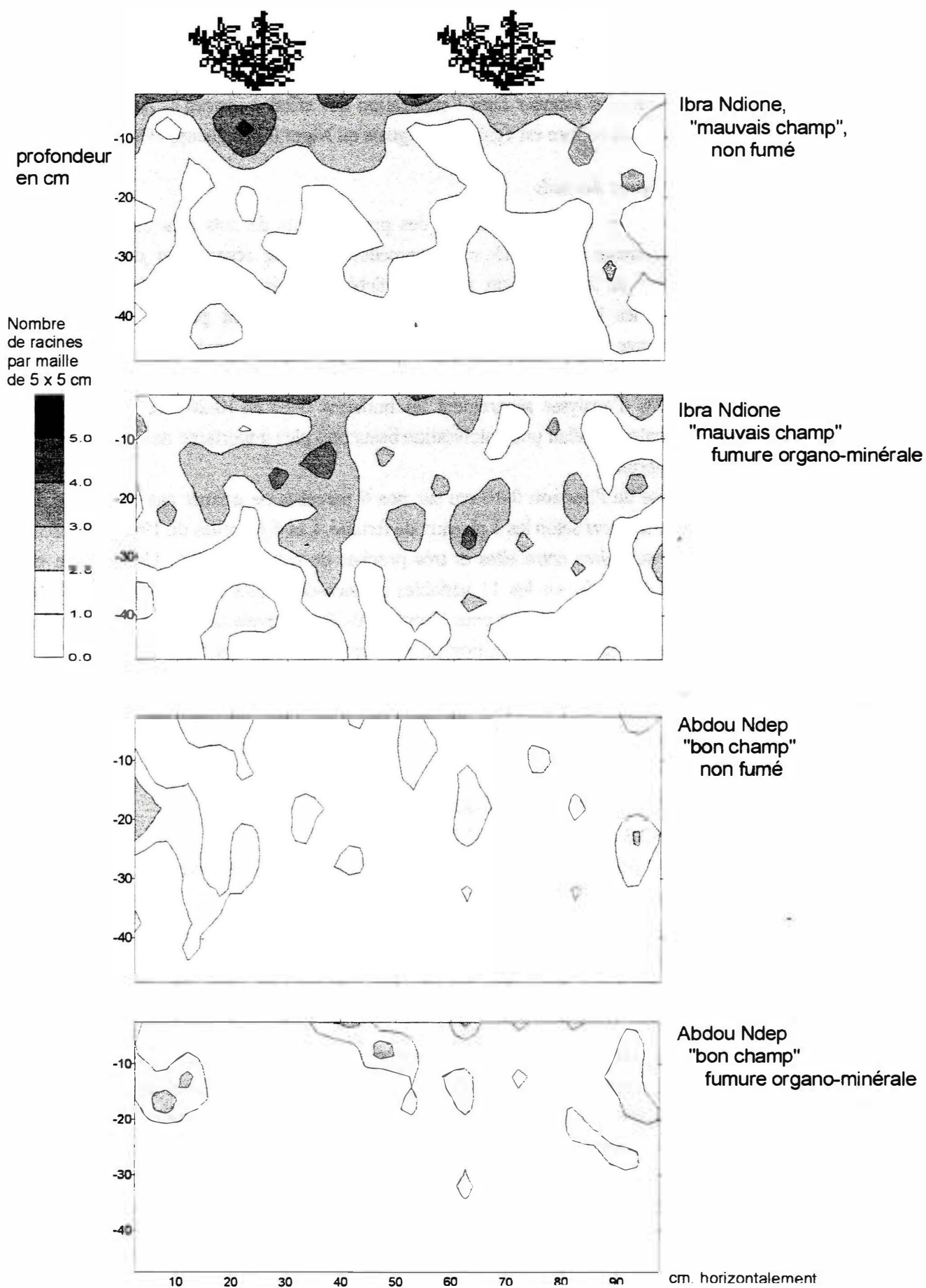
- correct et peu variable pour :

- les  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ , compris entre 6.0 et 6.5,
- ou les  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ , compris entre 5 et 6;

- faiblement carencé et relativement variable autour de la valeur seuil de 30 ppm pour le Phosphore assimilable, avec cependant 2 valeurs anormalement élevées et donc douteuses en 96.

Il semble donc se confirmer que les analyses physico-chimiques effectuées sur les horizons 0-20 cm ou 0-10 cm ne permettent pas de discriminer les parcelles selon leur niveau de « fertilité ». Il convient cependant de rappeler que ces analyses de sol portent sur la fraction de terre fine (tamis de 2 mm). Les refus échappent donc à l'analyse, en particulier les fragments organiques relativement abondants dans les premiers centimètres de sol. Même si ceux-ci restent à un niveau

# Profils racinaires à 60 jours (comptages sur grille verticale)





très modeste, il n'est pas exclu que leur variabilité quantitative et qualitative ne puisse contribuer à stimuler modestement mais significativement l'activité biologique des sols et donc l'enracinement et la nutrition des cultures.

Les niveaux de matière organique dans les fractions terre fine analysées sont si bas que, d'après Pieri (1989), ils seraient insuffisants pour assurer non seulement la stabilité de l'édifice structural (ratios matières organiques / éléments fins inférieurs à 5) mais aussi une activité biologique satisfaisante (quantité de matière organique trop faible dans l'absolu, référence à Cissé 1986 et Wey 1987, essai longue durée de Thilmakha, cités dans Pieri, Fertilité des terres de savanes, p262). Une telle situation est susceptible de conduire à une structure massive quasi texturale, avec une réduction de l'enracinement et de la fixation symbiotique et un développement de la faune et de la flore pathogènes.

Dans ces conditions, il n'est pas exclu que l'historique des parcelles, avec en particulier la fréquence des apports de matières organiques évoluées (fumiers), même en faibles quantités, ne puisse expliquer le classement fertilité établi par les paysans. Ces apports modestes mais fréquents stimuleraient l'enracinement, la fixation symbiotique et les rendements des cultures sans toutefois permettre une amélioration du statut du sol décelable à l'analyse physico-chimique. (bilans organo-minéraux nuls).

### **Profils racinaires**

Les deux parcelles examinées présentent des faciès très différents (voir figures page ci-contre).

Les profils observés sur la parcelle *a priori* représentative des « mauvais champs » sont comparables à ceux obtenus par Mayeux en 1995 : enracinement peu profond (30-40 cm) et peu dense, excepté sur les premiers cm de sol en surface. La fumure organo-minérale semble favoriser une colonisation un peu plus dense et plus régulière entre 20 et 50 cm de profondeur.

Les profils observés sur la parcelle *a priori* représentative des « bons champs » semblent aberrants, avec des densités extrêmement faibles dans les 4 parois examinées (2 situations : sans fumure / avec fumure x 2 répétitions). Il s'agit pourtant de la parcelle qui a fourni les meilleures performances de production. L'explication est certainement à rechercher dans une interaction date d'observation x sécheresse du profil, car les observations ont été effectuées les 18 et 19 septembre après une décade complètement sèche : avec une meilleure végétation, la « bonne parcelle » transpire davantage et assèche davantage le profil que « la mauvaise parcelle », qui ne se prête plus à la réalisation correcte d'un comptage de racines sur grille (difficulté à individualiser les petites racines d'arachide dans une terre tendant à se prendre en masse). Il conviendra donc à l'avenir de veiller à effectuer ce type d'observation sur sol plus humide (mais ressuyé).

## Trois approches de la décomposition du rendement en graines

## Approche "agronomique" : élaboration du rendement

Paysan	Composantes					Rendement
	Densité récolte milliers plants/ha	Gousses/plant nombre	Alvéoles/gousse nombre	Graines/alvéole nombre	Pds100graines g	Graines kg/ha
Abdou Ndep	173	5.7	1.7	0.7	23.4	294
Dame Gueye	173	4.3	1.8	0.8	24.5	239
Djibril Yade	112	5.8	1.7	0.8	25.8	218
Modou Ngom	106	6.0	1.7	0.7	23.9	178
Saliou Gueye	144	3.9	1.7	0.7	18.3	123

## Approche "technologie" : gousses-décorticage-tri

Paysan	Rendement base coques				Décorticage		Tri manuel	
	Densité récolte milliers plants/ha	Gousses/plant nombre	Pds 100gousses g	Rdt gousses kg/ha	Rdt décorticage %	Rdt graines TV kg/ha	HPS / TV %	Rdt HPS kg/ha
Abdou Ndep	173	5.7	48.0	472	62.5	294	74.0	219
Dame Gueye	173	4.3	48.7	360	66.6	239	75.5	180
Djibril Yade	112	5.8	53.1	349	62.1	218	82.6	180
Modou Ngom	106	6.0	46.6	299	59.2	178	77.6	140
Saliou Gueye	144	3.9	38.5	217	57.1	123	67.9	83

## Approche "semences" : coefficient multiplicateur

## Consommation en "semences personnelles 1995"

Paysan	Densité levée milliers plants/ha	Consommation estimée		
		nb graines/ha	kg graines/ha	kg gousses/ha
Abdou Ndep	243	374	116	166
Dame Gueye	254	391	121	173
Djibril Yade	163	251	78	111
Modou Ngom	118	182	56	80
Saliou Gueye	198	305	94	135

## Caractéristiques de la production 1996

Paysan	Rdt gousses kg/ha	Pds de 100 graines (g)		Rdt graines (kg/ha)		Nb graines (milliers/ha)	
		TV	HPS	TV	HPS	TV	HPS
Abdou Ndep	472	23.4	27.9	294	219	1254	786
Dame Gueye	360	24.5	28.7	239	180	974	625
Djibril Yade	349	25.8	29.2	218	180	848	616
Modou Ngom	299	23.9	27.5	178	140	743	508
Saliou Gueye	217	18.3	23.1	123	83	670	360

## Coefficients multiplicateurs : production 1996 / semences 1995

Paysan	sur les nombres		sur les poids		
	grTV/graine	grHPS/graines	gousses/gousses	grTV/graine	grHPS/graine
Abdou Ndep	3.4	2.1	2.9	2.5	1.9
Dame Gueye	2.5	1.6	2.1	2.0	1.5
Djibril Yade	3.4	2.5	3.1	2.8	2.3
Modou Ngom	4.1	2.8	3.7	3.2	2.5
Saliou Gueye	2.2	1.2	1.6	1.3	0.9

## Les estimations de la consommation en semences personnelles sont basées sur :

- densité à la levée : à partir des comptages sur prélèvements
- nombre de semences : taux moyen de germination à Ndiakane en 1995 de 65 % (Mayeux 1996)
- poids de semences : poids moyen de 100 semences à Ndiakane en 1995 : 31 g (TV :29 g, HPS, 33g, Mayeux 1996)
- poids de gousses : rendement décorticage moyen à Ndiakane en 1995 : 70 % (Mayeux, 1996)

TV : Tout Venant, HPS : Hand Picked Selected, gr : graines

### Composantes du rendement

Le relevé des nombres de plants et des poids de gousses récoltés et la mesure, sur un échantillon de 500 grammes de gousses du poids moyen des gousses, de la proportion de gousses bigraines, du rendement au décortilage et du poids moyen des graines, ont permis de reconstituer, pour les 40 parcelles élémentaires récoltées, la décomposition du rendement en 5 composantes proposée par Cattán (voir tableau page ci-contre). Une régression linéaire multiple a montré que la composante « nombre d'alvéoles par gousse » ne contribuait pas significativement à expliquer la variabilité du rendement en graines. Une nouvelle régression linéaire multiple a mis en évidence la hiérarchie des composantes dans leur contribution à la variabilité totale du rendement en graines :

1. le nombre de gousses par plant ( $F$  de Fisher = 361\*\*\*, 35 degrés de liberté pour l'erreur résiduelle)
2. le nombre de plants par hectare, ou densité ( $F$  = 209\*\*\*)
3. le poids d'une graine, ou en l'occurrence, le poids de 100 graines ( $F$  = 94\*\*\*)
4. le nombre de graines par gousse ( $F$  = 61\*\*\*).

Le produit des deux premières composantes est le nombre de gousses par hectare. A partir de là, nous proposons une autre approche pour parvenir au rendement en graines, en intégrant la composante poids moyen d'une gousse qui nous conduit au rendement base gousses ou coques (en kg ou qx à l'hectare), puis la composante rendement au décortilage (en poids de graines par poids de coques) qui nous conduit au rendement en graines :

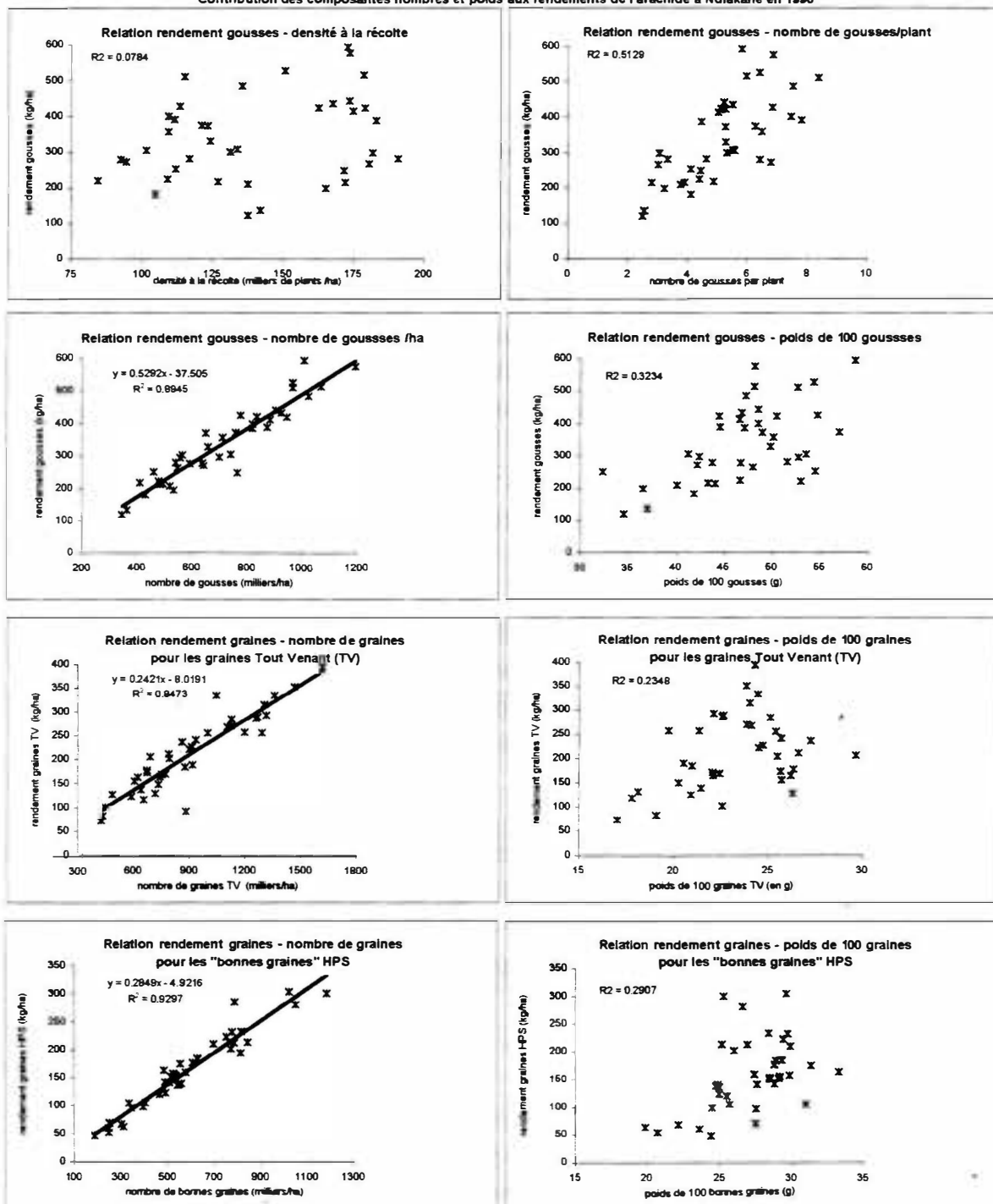
RENDEMENT GOUSSES/HA = NB DE GOUSSES /HA X POIDS MOYEN D'UNE GOUSSE,  
avec NB DE GOUSSES /HA = NB DE PLANTES /HA X NB DE GOUSSES /PLANTE  
puis dans un deuxième temps :  
RENDEMENT GRAINES/HA = RENDEMENT GOUSSE/HA X RENDEMENT AU DECORTICAGE

Cette approche est illustrée par les graphes présentés page suivante. L'exploration graphique des données de Ndiakane 96 :

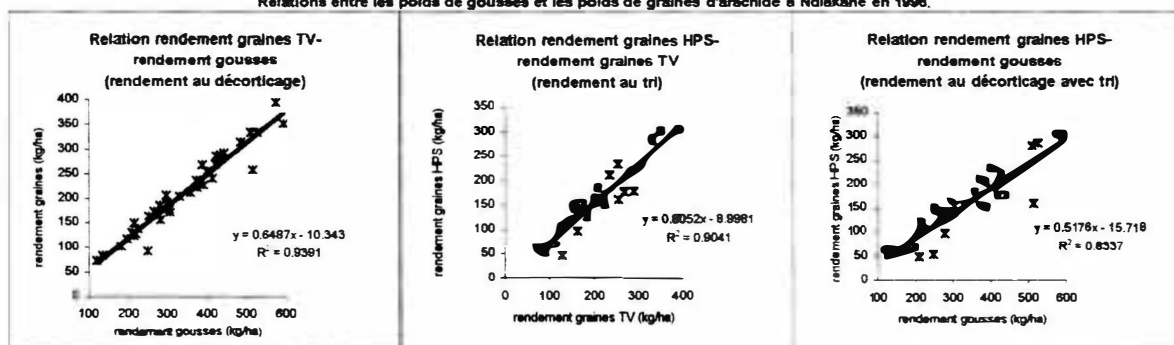
- confirme pour le rendement base gousses la prévalence, souvent vérifiée par ailleurs surtout pour les variétés d'huilerie, des nombres ( $R^2 = 0,89$ ) sur les poids ( $R^2 = 0,32$ ). Cela se vérifie également sur le rendement base graines Tout Venant (TV) ou triées (HPS : Hand Picked Selected), en conformité avec les résultats des deux campagnes passées ;
- montre la prévalence pour la formation du nombre de gousses par hectare du nombre de gousses par plante ( $R^2 = 0,49$ ) sur le nombre de plants par hectare ( $R^2 = 0,14$ ), ces deux composantes étant négativement corrélées ( $R^2 = 0,14$ ), le seuil d'entrée en compétition semblant se situer pour la variété 55-437 et dans les conditions de Ndiakane 96 à 175.000 plants par hectare (résultats non montrés) ;
- montre que rendements graines et rendements gousses sont étroitement liés ( $R^2 = 0,94$ ). Cela signifie que le rendement en graines peut se déduire fidèlement du rendement en gousses via le rendement au décortilage, qui en l'occurrence est peu variable :  $61,5 \pm 1,8$  %. Celui-ci rend



Contribution des composantes nombres et poids aux rendements de l'arachide à Ndiakane en 1996



Relations entre les poids de gousses et les poids de graines d'arachide à Ndiakane en 1996.



compte globalement du niveau de remplissage des gousses, qui dépend des 2 dernières composantes de l'équation de Cattan : nombre de graines par gousse et poids moyen d'une gousse.

La prévalence des nombres d'organes sur leurs poids à l'échelle d'une campagne donnée et d'un village donné ne doit pas faire oublier que d'une campagne sur l'autre, et dans une moindre mesure d'un site à l'autre, les composantes liées au remplissage des gousses peuvent varier considérablement. La comparaison des résultats moyens obtenus à Ndiakane entre 1995 et 1996, présentée plus haut, est à cet égard édifiante. Les conditions de croissance de fin de cycle, largement dépendantes de la pluviosité, semblent affecter davantage les moyennes que les variances des variables poids des gousses et taux de décorticage. Ainsi, une analyse globale des données de plusieurs campagnes mettrait certainement en évidence une contribution plus importante de ces variables aux variations de rendement pluriannuelles.

Agronomiquement, l'approche élaboration du rendement base gousses ( $\text{rendement gousses} = \text{nombre de gousses} \times \text{poids d'une gousse}$ ) rend le diagnostic agronomique plus précis par rapport à notre approche antérieure ( $\text{rendement graines} = \text{nombre de graines} \times \text{poids d'une graine}$ ). En effet, le nombre de gousses est fixé plus précocement et plus précisément que le nombre de graines : à 50-55 jours pour une spanish de 90 jours au lieu de 65-75 jours (d'après Cattan, voir § Justification élaboration du rendement de l'arachide). Cela implique au niveau du suivi de prévoir une caractérisation poussée de l'état du peuplement végétal à cette phase charnière du 50ème jour, avec en particulier des prélèvements permettant de quantifier les sources (capteurs foliaires, racinaires et nodulaires) et les puits (extrémités apicales, nouveaux nodules et organes reproducteurs) en présence. Pratiquement, l'approche élaboration du rendement base coques assortie du rendement au décorticage présente l'avantage de s'accorder à la terminologie de nos partenaires de la filière arachide. La production base coques correspond aux pratiques des services statistiques, semenciers, et de commercialisation officielle, le taux de décorticage correspond aux processus technologiques industriels ou artisanaux.

## CONCLUSION

Dans les conditions hydriques extrêmement limitantes de cette campagne les réponses de l'arachide à la fumure, apparentes sur la biomasse aérienne à 25 et 40 jours se sont atténuées vers le 70<sup>ème</sup> jour pour finalement disparaître. A la récolte, on ne dénote plus de différence significative entre traitements, pas plus que d'interactions fumure x paysan. Cet exemple illustre une fois de plus comment l'insécurité climatique peut compromettre les efforts d'intensification en zone sahélienne, le risque économique devenant extrême pour le cultivateur.

A l'inverse des effets fumure, les effets « paysans » sont significatifs pour toutes les variables étudiées. Cependant, le classement des performances des paysans ne correspond que très partiellement à celui de la fertilité *a priori* de leurs parcelles. D'ailleurs, et comme en 1995, les analyses physico-chimiques des sols ne permettent pas d'établir un classement des parcelles. Il convient donc de poursuivre cette étude dans le cadre de la rotation prévalente arachide-mil en étendant le diagnostic aux composantes physiques et biologiques de la fertilité des sols et à l'état sanitaire des cultures, en liaison avec les pratiques paysannes passées et actuelles.

Sur le plan méthodologique, une nouvelle décomposition du rendement, adaptée des travaux de Cattani au Burkina-Faso, a été mise en oeuvre. Elle comporte 2 niveaux :

1. RENDEMENT GOUSSES (POIDS/HA) = NOMBRE DE GOUSSES (/HA) X POIDS D'UNE GOUSSE (POIDS),
2. REND. GRAINES (POIDS/HA) = REND. GOUSSES (POIDS/HA) X REND. DECORTICAGE (POIDS/POIDS).

Par rapport à notre décomposition antérieure (rendement graines = nombre de graines x poids d'une graine), cette approche rend le diagnostic agronomique plus précis et potentiellement plus performant car le nombre de gousses est fixé plus précocement et plus précisément dans le cycle cultural que le nombre de graines, à 50-55 jours pour une spanish de 90 jours au lieu de 65-75 jours. En outre, cette approche offre l'avantage de présenter les résultats sous une forme plus conviviale pour les partenaires de la filière arachide : production base coques et taux de décorticage, ce qui correspond aux pratiques commerciales et aux processus technologiques.

Annexe 1 : ensemble des données élémentaires des essais fertilisation Ndiakane 1996.

Densités				Indice foliaire			Biomasse végétative aérienne						Production fanes et gousses				Composantes rdt gousses			Rendement au décorticage			Rdt graines		Pds 100 graines		Nb de graines		Gousses bigraignes		Analyse sanitaire des gousses																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
nombre de plants				Licor LAI 2000			Plantes aériennes			Plantes souterraines			Plantes aériennes			Plantes souterraines			Fanes			Gousses			TV			HPS			TV			HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS		TV		HPS	



**Annexe 2 : données élémentaires des essais fertilisation Ndiakane 1996.****Décomposition "agronomique" du rendement graines des 40 parcelles élémentaires récoltées**

Paysan	rep	obj	code	Densité récolte milliers plants/ha	Gousses/plant nombre	Alvéoles/gousse nombre	Graines/alvéole nombre	Pds100graines g	Rdt graines kg/ha
Abd	1	1	A11	181	4.9	1.72	0.84	19.8	255
Abd	2	1	A21	173	5.8	1.73	0.84	23.9	351
Abd	1	2	A12	183	4.5	1.72	0.78	24.2	268
Abd	2	2	A22	136	7.5	1.78	0.72	24.1	314
Abd	1	3	A13	175	5.1	1.60	0.66	25.8	241
Abd	2	3	A23	179	6.0	1.77	0.63	21.4	257
Abd	1	4	A14	179	5.3	1.68	0.71	23.9	269
Abd	2	4	A24	174	6.9	1.77	0.76	24.4	395
Dam	1	1	D11	172	2.8	1.74	0.86	20.3	149
Dam	2	1	D21	182	3.1	1.71	0.72	29.7	205
Dam	1	2	D12	181	3.0	1.73	0.71	25.7	173
Dam	2	2	D22	174	5.2	1.79	0.81	22.2	292
Dam	1	3	D13	168	5.5	1.80	0.76	22.7	288
Dam	2	3	D23	163	5.1	1.75	0.86	22.6	285
Dam	1	4	D14	191	3.4	1.77	0.78	21.0	185
Dam	2	4	D24	151	6.4	1.72	0.63	31.8	333
Dji	1	1	J11	85	4.9	1.67	0.71	26.3	128
Dji	2	1	J21	112	4.1	1.69	0.80	26.2	164
Dji	1	2	J12	124	5.3	1.69	0.78	27.3	236
Dji	2	2	J22	114	6.9	1.75	0.83	25.2	284
Dji	1	3	J13	124	5.3	1.68	0.71	25.5	203
Dji	2	3	J23	115	8.4	1.73	0.81	24.5	333
Dji	1	4	J14	121	6.3	1.72	0.69	24.5	221
Dji	2	4	J24	102	5.6	1.75	0.68	26.4	178
Mod	1	1	M11	105	4.1	1.62	0.64	22.6	102
Mod	2	1	M21	117	4.7	1.65	0.67	25.8	156
Mod	1	2	M12	110	6.5	1.74	0.64	26.7	211
Mod	2	2	M22	112	7.8	1.77	0.59	24.8	227
Mod	1	3	M13	110	7.5	1.71	0.71	25.5	255
Mod	2	3	M23	109	4.4	1.77	0.75	21.5	138
Mod	1	4	M14	95	6.8	1.72	0.68	22.5	169
Mod	2	4	M24	93	6.4	1.69	0.74	22.1	164
Sal	1	1	S11	132	5.3	1.68	0.78	20.6	189
Sal	2	1	S21	138	2.5	1.65	0.74	17.1	73
Sal	1	2	S12	142	2.6	1.68	0.71	19.1	84
Sal	2	2	S22	134	5.5	1.69	0.61	22.1	171
Sal	1	3	S13	166	3.2	1.71	0.71	17.8	117
Sal	2	3	S23	127	3.9	1.71	0.69	20.9	124
Sal	1	4	S14	138	3.8	1.79	0.77	18.2	130
Sal	2	4	S24	172	4.5	1.79	0.65	10.4	92
moyenne				141	5.2	1.72	0.73	23.2	210
écart-type				32	1.5	0.05	0.07	3.7	80
coef. variation %				22.3	28.9	2.7	9.8	16.0	37.8

**Annexe 3 : données élémentaires des essais fertilisation Ndiakane 1996.**

Décomposition "technologique" du rendement graines des 40 parcelles élémentaires récoltées

Paysan	rep	obj	code	Nb plants		Gousses/plant		Nb gousses		Pds100gou		Rdt gousses		Décorticage		Rdt graines TV		HPS / TV		Rdt graines HPS	
				milliers/ha	nombre	milliers/ha	nombre	g	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha								
Abd	1	1	A11	181	4.9	893		42.9	383	66.7	255	76.2	195								
Abd	2	1	A21	173	5.8	1010		58.7	593	59.2	351	85.4	300								
Abd	1	2	A12	183	4.5	822		47.2	388	69.0	268	75.5	202								
Abd	2	2	A22	136	7.5	1025		47.3	485	64.7	314	73.8	232								
Abd	1	3	A13	175	5.1	885		46.7	413	58.3	241	76.7	185								
Abd	2	3	A23	179	6.0	1069		48.2	515	49.8	257	62.2	160								
Abd	1	4	A14	179	5.3	947		44.6	422	63.8	269	65.1	175								
Abd	2	4	A24	174	6.9	1193		48.3	576	68.5	395	76.9	303								
Dam	1	1	D11	172	2.8	488		44.2	215	69.2	149	80.7	120								
Dam	2	1	D21	182	3.1	561		52.9	297	69.3	205	79.4	163								
Dam	1	2	D12	181	3.0	551		48.1	265	65.4	173	82.2	142								
Dam	2	2	D22	174	5.2	907		48.7	442	66.1	292	60.6	177								
Dam	1	3	D13	168	5.5	926		46.9	434	66.3	288	74.0	213								
Dam	2	3	D23	163	5.1	837		50.6	423	67.4	285	74.5	213								
Dam	1	4	D14	191	3.4	640		43.8	281	65.8	185	67.0	124								
Dam	2	4	D24	151	6.4	968		54.4	527	63.3	333	85.6	285								
Dji	1	1	J11	85	4.9	414		53.0	219	58.3	128	82.4	105								
Dji	2	1	J21	112	4.1	463		54.6	253	64.8	164	91.9	151								
Dji	1	2	J12	124	5.3	653		57.1	373	63.3	236	88.9	210								
Dji	2	2	J22	114	6.9	778		54.8	427	66.5	284	78.4	222								
Dji	1	3	J13	124	5.3	660		49.9	330	61.4	203	77.0	156								
Dji	2	3	J23	115	8.4	968		52.8	511	65.2	333	84.0	280								
Dji	1	4	J14	121	6.3	761		49.1	374	59.2	221	71.3	158								
Dji	2	4	J24	102	5.6	568		53.7	305	58.3	178	86.6	154								
Mod	1	1	M11	105	4.1	434		41.9	182	55.8	102	69.1	70								
Mod	2	1	M21	117	4.7	545		51.7	282	55.4	156	90.9	142								
Mod	1	2	M12	110	6.5	713		50.3	358	58.8	211	87.0	183								
Mod	2	2	M22	112	7.8	875		44.7	391	58.0	227	66.9	152								
Mod	1	3	M13	110	7.5	822		48.6	400	63.9	255	91.1	233								
Mod	2	3	M23	109	4.4	481		46.8	225	61.3	138	76.2	105								
Mod	1	4	M14	95	6.8	645		42.3	273	61.8	169	80.9	136								
Mod	2	4	M24	93	6.4	596		46.8	279	58.9	164	58.5	96								
Sal	1	1	S11	132	5.3	701		42.5	298	63.5	189	74.0	140								
Sal	2	1	S21	138	2.5	349		34.7	121	60.7	73	85.8	63								
Sal	1	2	S12	142	2.6	367		37.0	136	61.6	84	71.9	60								
Sal	2	2	S22	134	5.5	743		41.3	307	55.6	171	80.5	137								
Sal	1	3	S13	166	3.2	538		36.7	197	59.5	117	58.1	68								
Sal	2	3	S23	127	3.9	498		43.4	216	57.2	124	79.5	98								
Sal	1	4	S14	138	3.8	523		40.2	210	62.0	130	36.1	47								
Sal	2	4	S24	172	4.5	766		32.4	249	37.0	92	57.4	53								
moyenne				141	5.2	715		47.0	339	61.5	210	75.5	160								
écart-type				32	1.5	213		6.0	119	5.9	80	11.3	67								
coef.variation (%)				22.3	28.9	29.9		12.8	34.9	9.7	37.8	15.0	42.0								

## **QUATRIEME PARTIE**

### **EVALUATION DE L'INSECTICIDE THIMET EN MILIEU PAYSAN**





**Institut Sénégalais de Recherches Agricoles  
ISRA**

---

**Unité de Recherche Régionale du Centre-Nord Bassin Arachidier  
URR CNBA Bambey**

---

**Phytotechnie Arachide**

**EVALUATION DE L'EFFICACITE DE L'INSECTICIDE THIMET  
EN CULTURE ARACHIDIERE PAYSANNE**

**Convention Pesticides ISRA / Cyanamid Abidjan**

**J. MARTIN**

**Mai 1997**

## EVALUATION DE L'EFFICACITE DE L'INSECTICIDE THIMET EN CULTURE ARACHIDIERE PAYSANNE

Convention Générale Pesticides ISRA, firme commanditaire : Cyanamid Abidjan.

### RESUME

Le Thimet 10G est un insecticide granulé à utiliser en traitement des sols. Sa matière active est le phorate, organo-phosphoré systémique agissant sur les arthropodes par contact et par ingestion. Cet insecticide est utilisé en culture arachidière en Inde, un traitement réalisé au semis protégeant les plants pendant 45 jours. Le fournisseur préconise une dose de 15 kg/ha, encadrée dans les essais par des doses « faible » (10 kg/ha) et « forte » (20 kg/ha), complétées par un témoin absolu (soit 1000, 1500 et 2000 g/ha de matière active).

Une série de 5 essais statistiques en blocs de Fisher, à 4 doses et 3 répétitions, a été mise en place dans le village de Ndiakane (département de Bambey) chez 4 paysans. L'implantation s'est faite *in extremis*, suite à la confirmation très tardive de l'avenant à la convention. Les granulés d'insecticide ont été épandus sur la ligne de semis et incorporés superficiellement au sol par un *radou*, sarclo-binage de post-semis et pré-levée de l'arachide effectué en traction équine ou asine (3 champs) ou en top-dressing, après la levée (2 champs). Le reste de l'itinéraire technique correspond aux pratiques paysannes: variété vulgarisée 55-437, semis mécanique sur la première pluie utile (4 champs) ou la deuxième (1 champ), semences personnelles non traitées, etc.

Les principales observations ont porté sur le suivi de la densité du peuplement, et l'analyse des pertes, les rendements en fanes, gousses, et graines avec analyse sanitaire des gousses. Lors du premier comptage, une tentative de capture des iules et autres ravageurs terrioles par tamisage du volume de terre entourant les plants d'arachide moribonds s'est avérée inopérante en raison du très faible nombre (souvent nul) d'arthropodes capturés. Une importante mortalité a été observée tout au long des 2 premiers mois de la culture : la présence du champignon parasite *Aspergillus niger* était systématiquement associée aux plants moribonds (taches ou manchons de fructifications noires sur le collet), excepté début septembre, où de gros vers gris (larves de coléoptères non identifiés) ont également causé quelques pertes (collet ou racines rongés).

Les rendements obtenus dans les 3 essais ayant pu être menés à terme sont très faibles. Ils sont imputables, outre au fort déficit pluviométrique, à leur mise en place *in extremis*, avec probablement des semences de mauvaise valeur culturale et sans protection fongicide, aboutissant dans 4 cas sur 5 à des densités très faibles. Cette situation illustre bien l'importance du problème de semences en culture arachidière et confirme que dans le Centre-Nord Bassin Arachidier la protection à la levée doit porter en priorité sur les fongicides, la protection contre les iules étant plus indiquée dans le Sud Bassin Arachidier.

Pour aucune des variables étudiées, le témoin non traité ne diffère significativement des parcelles traitées au Thimet (absence d'effet dose ou d'interaction paysan\*dose). Cependant, d'après les tendances des résultats, le traitement augmenterait la production de gousses et l'indice de récolte, à travers l'amélioration du nombre de gousses par plant et dans une moindre mesure celle du poids moyen de 100 gousses. L'interprétation est à rechercher principalement dans un éventuel effet protection au moment de la formation des gousses entre le 40ème et le 55ème jour, ce qui n'est pas incompatible avec la rémanence présumée des traitements, et secondairement dans une meilleure protection du système racinaire jusqu'au 50ème jour. Ces deux hypothèses sont à confirmer.

Il conviendrait donc de caractériser plus précisément les éventuels effets protecteurs du Thimet sur l'arachide dans le Centre-Nord Bassin Arachidier. Cette étude devrait être assortie d'une évaluation économique, toxicologique et écotoxicologique, d'autant plus que les doses proposées sont élevées et qu'il s'agit d'un produit classé très toxique pour l'homme et les animaux à sang chaud ( $DL_{50}$  par ingestion = 3-4 mg/kg pour le rat).

OBJECTIF.....	2
PERSONNEL .....	2
DISPOSITIF.....	3
OBSERVATIONS.....	3
ANALYSES STATISTIQUES .....	3
CONDITIONS DE REALISATION .....	4
RESULTATS.....	5
DISCUSSION .....	6
CONCLUSION .....	6

---

## OBJECTIF

L'objectif est d'évaluer en milieu paysan l'efficacité de l'insecticide THIMET en culture arachidière.

Le Thimet 10 G est un insecticide granulé à utiliser en traitement des sols. Sa matière active est le phorate, qui est un organo-phosphoré doté de propriétés systémiques agissant par contact et par ingestion sur les insectes du sol et les myriapodes. Cet insecticide est utilisé en culture arachidière en Inde, un traitement réalisé au semis permettant de protéger les plants pendant 45 jours, en particulier contre les vers blancs (« white grubs », larves de *scarabaeidae*). Cyanamid préconise une dose de 15 kg/ha, à encadrer dans les essais par des doses inférieure et supérieure, 10 et 20 kg/ha (soit 1000, 1500 et 2000 g/ha de matière active, la formulation du Thimet titrant 10 % de phorate).

## PERSONNEL

Le protocole et la mise ne place ont été assurés par MM. Alain MAYEUX et Robert GROSSHANS, le suivi par J. MARTIN, avec le concours des techniciens de l'ISRA, MM. Almamy NDIAYE, Abdou FALL et Abdel Kader NDAO, chargés du programme agronomie arachide à Ndiakane, et des agriculteurs du village.

## Série d'essais « Thimet Ndiakane 1996 » : plans et randomisations

### Agriculteur 1 : Modou Ngom (annulé, malgré semis et épandage le 20/07)

Rep 1	Plot 111 T10	Plot 112 T15	Plot 113 T00	Plot 114 T20
	allée			
Rep 2	Plot 121 T00	Plot 122 T20	Plot 123 T15	Plot 124 T10
	allée			
Rep 3	Plot 131 T10	Plot 132 T15	Plot 133 T00	Plot 134 T20

### Agriculteur 2 : Aliou Sene

Rep 1	Plot 211 T00	Plot 212 T10	Plot 213 T15	Plot 214 T20
	allée			
Rep 2	Plot 221 T10	Plot 222 T00	Plot 223 T15	Plot 224 T20
	allée			
Rep 3	Plot 231 T15	Plot 232 T20	Plot 233 T10	Plot 234 T00

### Agriculteur 3 : Gora Faye

Rep 1	Plot 311 T10	Plot 312 T15	Plot 313 T20	Plot 314 T00
	allée			
Rep 2	Plot 321 T20	Plot 322 T10	Plot 323 T15	Plot 324 T00
	allée			
Rep 3	Plot 331 T00	Plot 332 T20	Plot 333 T10	Plot 334 T15

### Agriculteur 4 : Sidi Ngom (1er champ)

Rep 1	Plot 411 T20	Plot 412 T00	Plot 413 T15	Plot 414 T10
	allée			
Rep 2	Plot 421 T10	Plot 422 T20	Plot 423 T15	Plot 424 T00
	allée			
Rep 3	Plot 431 T00	Plot 432 T10	Plot 433 T20	Plot 434 T15

### Agriculteur 5 : Sidi Ngom (2ème champ)

Rep 1	Plot 511 T20	Plot 512 T00	Plot 513 T15	Plot 514 T10
	allée			
Rep 2	Plot 521 T10	Plot 522 T20	Plot 523 T15	Plot 524 T00
	allée			
Rep 3	Plot 531 T00	Plot 532 T10	Plot 533 T20	Plot 534 T15

T00 = non traité  
T10 = Thimet 10 kg/ha  
T15 = Thimet 15 kg/ha  
T20 = Thimet 20 kg/ha

Dimensions  
plots de 20 lignes de 10 m, soit 100 m<sup>2</sup>  
allées de 0.5 m de largeur, et 40 m de longueur  
emprise de chaque essai : 1200 + 40 = 1240 m<sup>2</sup>

## DISPOSITIF

Essai implanté dans le village de Ndiakane (département de Bambey) dans 5 champs chez 4 paysans

Facteur étudié : dose d'insecticide Thimet (4 niveaux)

- T00 : témoin absolu non traité
- T10 : 10 kg/ha (dose « faible »)
- T15 : 15 kg/ha (dose de référence)
- T20 : 20 kg/ha (dose « forte »)

Application de l'insecticide :

cas général (3 essais) :

- application le jour ou le lendemain du semis
- épandage des granulés sur la ligne de semis et incorporation superficielle au sol par « radou » (sarclage de post-semis pré-levée effectué en traction équine ou asine)

cas particulier (2 essais, voir ci-dessous, § conditions de réalisation) :

- application en post-levée, en top-dressing

Dispositif statistique :

- série de 5 essais en blocs complets randomisés
- 1 randomisation par essai (voir plans page ci-contre)
- 3 répétitions par essai
- parcelle élémentaire de 20 lignes de 10 m (100m<sup>2</sup>)
- surface d'un bloc : 400 m<sup>2</sup>, surface d'un essai : 1200 m<sup>2</sup>

Itinéraires techniques :

- selon les pratiques paysannes, avec en particulier :
- variété : 55-437, spanish de 90 jours vulgarisée depuis longtemps dans la région,
- semences : personnelles paysannes, non traitées,
- semis mécanique effectué par l'agriculteur sur la première pluie utile.

## OBSERVATIONS

Suivi de la densité du peuplement et analyse des pertes :

- 5 dénombrements de la levée au 50ème jour, sur 2 lignes de 10 m par parcelle élémentaire (soit 10 m<sup>2</sup>).

Capture des iules et autres ravageurs terrioles par tamisage du volume de terre (rayon de 10 cm) entourant les plants d'arachide morts ou moribonds lors du premier comptage, pour identification et dénombrement.

Test de vigueur au 30 ème jour : hauteur de l'axe principal, nombre de feuilles et poids sec sur 20 plants par parcelle élémentaire.

Rendements fanes, gousses et graines sur les 2 lignes centrales, avec analyse technologique et sanitaire de la récolte.

Visite des essais par le chercheur : les 13 et 28 août, 5, 12 et 18 septembre, et le 4 octobre.

## ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses de variance ont été conduites selon la procédure GLM (General Linear Model) du logiciel SAS, grâce aux facilités accordées par le CERAAS (Centre d'Etudes Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse, Coraf Bambey) et au concours de David Boggio, biométricien.

Certaines variables présentant des variances très élevées par rapport à leur moyenne ont nécessité une transformation avant analyse : dénombrements (plants moribonds, nombre de trous d'iules ou de turricules de vers de terre) et proportions (analyse sanitaire des gousses). Pour orienter le choix des transformations à appliquer, les diagrammes de dispersion des moyennes et des variances, avec en abscisse les logarithmes des moyennes et en ordonnée les logarithmes des variances, ont été établis. Les pentes des droites de régression étant proches de 1, c'est la transformation puissance ( $1 - \text{pente}/2 = 0.5$ , c'est-à-dire racine carrée, qui a été appliquée.

**PLUVIOMETRE NDIKANE 1996**  
en mm de hauteur d'eau (l/m²)

	juin	juillet	août	septembre	octobre
1					19.6
2					0.7
3				4.9	
4					
5			1.0	17.0	
6			0.5		
7			10.9	2.8	
8		5.5			
9					
10					
<b>1e décade</b>	<b>0</b>	<b>5.5</b>	<b>12.4</b>	<b>24.7</b>	<b>20.3</b>
11					
12					2.6
13					
14					
15					10.4
16					1.2
17					
18		15.0			
19			3.0		
20					
<b>2e décade</b>	<b>0</b>	<b>15.0</b>	<b>3.0</b>	<b>0.0</b>	<b>14.2</b>
21			25.0		
22			10.5	1.5	
23		1.7		14.2	
24		46.5	29.7		
25		4.9			
26					
27			1.9	19.9	
28					
29					
30		17.3			
31		32.7			
<b>3e décade</b>	<b>0</b>	<b>103.1</b>	<b>67.1</b>	<b>35.6</b>	<b>0</b>
<b>T.mensuel</b>		<b>123.6</b>	<b>82.5</b>	<b>60.3</b>	<b>34.5</b>

Première pluie utile : 18 juillet  
Deuxième pluie utile : 24 juillet  
Dernière pluie utile : 15 octobre  
Durée hivernage utile : 3 mois

<b>Cumuls :</b>	<b>Ndiakane 96 :</b>	<b>301</b>	<b>Ndiakane 95 :</b>	<b>540</b>
	Ndiakayel 96 :	275		
	Djourbel 96 :	356		
	<b>Bambey 96 :</b>	<b>357</b>	<b>Bambey 95 :</b>	<b>575</b>



## CONDITIONS DE REALISATION

Cette expérimentation a été mise en place *in extremis*, suite à la confirmation très tardive de l'avenant à la Convention Générale Pesticides de l'ISRA par la société commanditaire, Cyanamid Abidjan. Compte-tenu des aléas de l'expérimentation en milieu paysan, il fut décidé de mettre en place non un seul essai, mais une série d'essais (3 à 4 *a priori*), dans le village de Ndiakane, où l'ISRA conduit par ailleurs d'autres travaux agronomiques sur arachide et en agroforesterie.

Cependant, il n'a pas été possible de trouver parmi les cultivateurs des candidats réunissant de bonnes conditions pour la réalisation de ce type d'essai : semis sur la première pluie, sans délai; avec de bonnes semences en quantité suffisante.

La plupart des paysans sèment leurs semences personnelles, et sont souvent confrontés à des problèmes de quantité (réserves insuffisantes) et de qualité (faibles viabilité et vigueur germinative). De plus, la plupart d'entre eux n'ont pas de trésorerie pour acheter les sachets de « granox » (mélange de deux fongicides, de contact et systémique, et d'un insecticide) pour traiter leurs semences.

A Ndiakane, comme dans l'ensemble de la zone de Bambey en 1996, la première pluie de semis est intervenue dans la nuit du 17 au 18 juillet, avec environ 15 mm selon les pluviomètres dispersés dans le village. La deuxième pluie est intervenue le 24 juillet avec 46 mm. La plupart des paysans ont essayé de semer sur la première pluie, si bien que leurs semis se sont étalés jusqu'au 4ème jour, avec une humidité résiduelle du sol devenant insuffisante pour assurer une levée régulière et vigoureuse. Toutefois, plutôt que de faire des semis en conditions trop incertaines, certains paysans préfèrent interrompre leurs chantiers de semis et attendre la deuxième pluie utile pour finir leurs emblavements plus tardivement mais dans de meilleures conditions de germination et de levée.

Aucun essai ne put être mis en place sur un semis du lendemain ou du surlendemain de la pluie. Il fallut se contenter de deux parcelles semées le troisième jour, dont l'une fut rapidement abandonnée en raison d'une très mauvaise levée.

Un nouvel essai fut implanté sur la deuxième pluie de semis, dans de meilleures conditions : semis dès le lendemain de la pluie, à forte densité et avec des semences relativement bien conservées.

Un dernier candidat fut identifié, avec deux parcelles semées au 4ème jour de la première pluie ; le thimet y fut apporté le 3 août, en post-levée, directement au-dessus des plantules (top-dressing) et ce fut la pluie du 7 août (10 mm environ) qui permit réellement son incorporation au sol.

Parmi les 4 essais suivis en cours de campagne, 3 furent menés jusqu'à la récolte, le dernier ayant pratiquement été abandonné dans les herbes à partir de mi-septembre par l'agriculteur.

	semis	Thimet	radou	récolte
Modou Ngom	20/07	20/07	20/07	
	(essai supprimé pour cause de très mauvaise levée)			
Aliou Sene	20/07	22/07	22 & 23/07	23/10
Gora Faye	25/07	26/07	26/07	23/10
Sidi Ngom 1	21/07	03/08		
Sidi Ngom 2	21/07	03/08		23/10

L'hivernage a duré exactement 3 mois, avec une dernière pluie utile survenue le 16 octobre. Largement déficitaire, avec seulement 300 mm, il a été marqué par deux périodes de sécheresse sévère, au cours des deuxièmes décades d'août et de septembre (voir tableau page ci-contre). Les rendements moyens des essais d'agronomie dans le village sont de 340 kg/ha de gousses pour 1100 kg/ha de fanes, soit respectivement 2 et 4 fois moins par rapport à l'hivernage précédent (540 mm) ; de plus les rendements au décortilage et le poids de 100 graines accusent une baisse de 8 et 6 points respectivement.

Essais "Thimet" / arachide Ndiakane 1996. Analyses de variances et moyennes par paysan et par dose

	Production				Composantes			Décorticage		HPS/TV	Rdt graines		Pds 100 graines		Nb graines		Analyse sanitaire des gousses				
	F + G	Gousses	Fanes	H.I.	Pds100gou	Nb gousses	Nb gou/plant	TV	HPS		TV	HPS	TV	HPS	TV	HPS	saines	scarifiées	percées	moisies	casées
		récolte 23 octobre															transformation racine carrée				
<b>Analyse de Variance</b>																					
Dose	ns	ns	ns	ns	ns	4.3*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Paysan	106.4***	121.3***	71.5***	53.3***	23.8***	128.9***	9.7**	53.5***	85.4***	27.6***	138.6***	133.2***	ns	ns	170.0***	147.9***	6.3**	ns	12.4***	ns	ns
Paysan*Dose	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	3.5*	2.3*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Paysan*Bloc	ns	ns	ns	3.8*	ns	ns	ns	3.2*	5.1**	2.8*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Coefficient variation (%)	21.6	30.5	22.7	21.0	9.2	27.4	25.3	5.6	7.9	6.8	31.7	33.4	13.7	15.0	28.5	32.5	13.1	20.2	30.3	191.4	99.6
Moyenne générale	908	201	707	18.9	46.3	46	4.9	60.3	45.6	80.7	144	123	23.6	27.6	598	459	58.6	27.9	11.5	0.07	1.89
unités	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	g	milliers/ha	g	%	%	%	kg/ha	kg/ha	g	g	milliers/ha	milliers/ha	%	%	%	%	%
<b>Moyennes /paysan</b>																					
Aliou Sene	1577 A	422 A	1155 A	26.9 A	51.6 A	91.8 A	4.6 B	66.9 A	53.7 A	86.2 A	321 A	278 A	24.1	26.4	1330 A	1056 A	63.2 A	30.5	5.1 C	0.10	1.10
Gora Faye	577 B	118 B	459 B	19.6 B	47.7 B	27.2 B	6.2 A	61.2 B	48.6 B	85.2 A	74 B	64 B	25.2	30.1	295 B	218 B	47.5 B	31.4	19.8 A	0.10	1.20
Sidi Ngom 1																					
Sidi Ngom 2	542 B	57 C	485 B	10.2 C	39.6 C	16.0 C	3.9 B	52.7 C	34.8 C	71.1 B	32 C	23 C	21.8	26.6	146 B	86 C	64.2 A	22.2	10.3 B	0.10	3.20
<b>Moyennes /dose</b>																					
T00	901	175	726	15.7	43.7	40.0	4.0	58.3	44.0	80.0	128	110	22.2	26.5	557	430	57.6	28.4	12.5	0.00	1.50
T10	969	213	756	19.2	46.2	48.5	4.9	59.1	44.4	80.0	149	125	24.1	26.5	621	469	56.3	29.5	11.8	0.1	2.3
T15	881	214	667	21.0	47.5	49.0	5.5	62.0	48.2	83.4	152	131	23.3	28.0	636	484	61.1	26.1	11.0	0.2	1.5
T20	880	200	680	19.3	47.3	43.9	5.0	61.4	45.8	79.5	145	126	24.8	29.4	577	454	59.4	27.7	10.8	0.0	2.1

	Vigueur au 30ème jour			Densité du peuplement							Nombre de plants crevés					Nombre de trous d'ulules				Nb de turricules de vers de terre			
	hauteur	nb feuilles	biomasse	levée	14-aoû	22-aoû	29-aoû	05-sep	12-sep	récolte	14-aoû	22-aoû	29-aoû	05-sep	12-sep	14-aoû	29-aoû	05-sep	12-sep	14-aoû	29-aoû	05-sep	12-sep
				05-aoû						23-oct	transformation racine carrée				transformation racine carrée				transformation racine carrée				
<b>Analyse de Variance</b>																							
Dose	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	6.3**	ns	ns	ns	ns
Paysan	46.2***	33.5***	23.8***	229.5***	156.5***	264.8***	249.0***	293.8***	231.8***	38.4***	23.0***	ns	6.4**	7.5**	ns	ns	ns	7.8*	11.3***	ns	ns	10.5*	ns
Paysan*Dose	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Paysan*Bloc	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Coefficient variation (%)	8.8	10.5	17.3	(15.3)	21.7	17.8	19.2	18.7	21.4	(23.6)	44.2	39.9	75.5	66.1	92.4	55.3	138.6	81.4	46.7	75.3	68.1	143.2	67.5
Moyenne générale	5.4	11.9	10.1	(158)	96	93	80	82	77	(99)	4.77	5.17	2.3	2.29	1.13	4.06	0.55	1.65	1.77	2.06	1.45	1.26	2.1
unités	cm	-	g/20 plantes	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha	milliers/ha
<b>Moyennes /paysan</b>				(2 paysans)			4 paysans			(3 paysans)													
Aliou Sene	6.4 A	13.7 A	11.6 A	230 A	209 A	208 A	184 A	195 A	184 A	210 A	4.5 B	5.8	1.7 B	4.7 A	1.9			0.8 B	0.9 B			0.1 B	1.6
Gora Faye	4.9 C	10.2 B	12.0 A	78 B	61 B	55 B	47 B	47 B	43 B	44 B	11.6 A	6.5	1.5 B	1.8 B	0.6	6.3	0.6	2.6 A	1.5 B	3.1	1.6	2.5 A	3.5
Sidi Ngom 1	4.3 D	9.9 B	6.6 B		53 B	53 B	42 B	42 B	35 B		0.7 C	4.4	1.3 B	1.0 B	1.2	3.3				1.9			
Sidi Ngom 2	5.8 B	13.8 A	10.3 A		59 B	52 B	43 B	42 B	41 B	40 B	2.8 B	4.4	4.8 A	1.7 B	1.2	3			3.2 A	1.5			1.3
<b>Moyennes /dose</b>																							
T00	5.2	11.2	9.5	(173)	99	95	82	87	87	(110)	3.9	6.3	1.6	2.6	1.6	4.5	0.5	1.6	3.7 A	3.6	2.2	1.1	2.4
T10	5.6	12.6	11.0	(149)	95	94	79	81	74	(98)	6.2	5.1	3.3	1.3	0.9	3.8	0.7	1.3	0.6 B	1.7	0.7	0.4	2
T15	5.2	11.2	9.1	(163)	94	91	76	81	75	(95)	4.4	4.5	2	2.6	1.3	3.3	0.4	2.8	1.6 B	2.5	1.8	2	2.2
T20	5.4	12.7	10.8	(158)	97	90	82	80	71	(95)	4.6	5.1	2.4	2.6	1.2	4.9	0.7	1.1	1.7 B	1	1.8	1.6	1.8

Comptages de densité non destructifs, excepté le 23 octobre : nombre exact de plants récoltés. Les plantes jointives issues de graines semées côte à côte, comptées comme une seule plante lors du suivi, expliquent les écarts enregistrés entre les 2 dernières dates.

F + G : Fanes + Gousses, H.I. : indice de récolte (Harvest Index), TV : tout venant, HPS : hand picked selected ;

ns : non significatif, \* significatif (0.05), \*\* hautement significatif (0.01), \*\*\* : très hautement significatif (0.001) ;

les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles, test de Newman et Keuls à 5 %.



## RESULTATS

L'analyse statistique fait ressortir quasi systématiquement la présence de forts effets paysans et l'absence d'effet dose ou d'interaction paysan\*dose (voir tableau page ci-contre). Pour aucune des variables observées le témoin non traité ne diffère significativement des parcelles traitées au Thimet. La seule exception concerne le nombre de trous d'iules visibles à la surface du sol le 12 septembre et n'offre guère de possibilité d'interprétation satisfaisante. Ces résultats confirment les impressions visuelles recueillies lors des visites des essais, où dans aucun des sites aucune parcelle ne se démarquait de ses voisines.

Les observations sur l'état du peuplement (vigueur au 30ème jour, évolution de la densité de peuplement jusqu'au 50ème jour) ne permettent pas de différencier les traitements, pas plus que les 5 séries de dénombrement de plants moribonds. Ces derniers ont été systématiquement prélevés et ramenés au laboratoire pour examen et recherche des causes de mortalité. La présence du champignon parasite *Aspergillus niger* était systématiquement associée aux plants moribonds (taches ou manchons de fructifications noires sur le collet), excepté début septembre, où de gros vers gris ont également causé quelques pertes (collet ou racines rongés). Ces vers gris sont des larves de coléoptères qui n'ont pu être identifiés, il s'agit vraisemblablement de *scarabaeidae*, proches des « white grubs » des anglo-saxons.

La tentative de capture des iules et autres ravageurs terricoles par tamisage du volume de terre entourant les plants d'arachide morts ou moribonds (rayon de 10 cm) s'est avérée infructueuse en raison du nombre très faible, voire nul, de captures. Ce type d'observation a été abandonné au profit du dénombrement des trous visibles sur le sol et attribuables à des diplopodes. Non observables après les sarco-binages, ces trous sont également restés peu nombreux et n'ont pas débouché sur des différenciations entre traitements. Il en a d'ailleurs été de même avec les turricules de vers de terre, dénombrés dans le but de déceler un éventuel effet négatif des traitements sur l'activité positive des vers de terre.

Cependant, les résultats de production font apparaître quelques tendances, laissant entrevoir un possible et léger effet traitement (contraste non traité / traité) : le traitement n'affecterait pas la production de fanes, mais améliorerait celle de gousses et donc l'indice de récolte, à travers principalement l'amélioration du nombre de gousses par plant et secondairement celle du poids moyen de 100 gousses (et de 100 graines). L'interprétation est à rechercher principalement dans un éventuel effet protection au moment de la formation des gousses entre le 40ème et le 55ème jour, ce qui n'est pas incompatible avec la rémanence présumée des traitements, et secondairement dans une meilleure protection du système racinaire jusqu'au 50ème jour, permettant une meilleure nutrition hydro-minérale et un meilleur remplissage des gousses et des graines. Ces deux hypothèses restent à confirmer.

L'analyse sanitaire de la récolte quant à elle ne décèle aucune tendance.

## DISCUSSION

Les effets « paysan » qui ressortent de l'analyse statistique recouvrent plusieurs types de facteurs et conditions de production : caractéristiques intrinsèques de la parcelle et fertilité du sol, semences et techniques culturales mises en oeuvre. Ces effets paysan ne sont pas affectés par les traitements au Thimet (excepté, et faiblement, pour les rendements au décortiquage en graines tout venant et en bonnes graines, sans qu'une interprétation cohérente puisse être proposée).

Le devenir des 5 champs d'essais mis en place illustre parfaitement l'importance des semences comme facteur primordial de production. Parmi les 5 champs, 4 ont été semés avec des semences en quantité insuffisante, d'où des densités initiales très faibles, et 2 avec des semences de qualité insuffisante, d'où des plants très peu vigoureux. Ces deux derniers champs ont été abandonnés, le premier précocement par la Recherche, pour cause de densité devenue très faible et irrégulière, le deuxième plus tardivement, par son propriétaire qui a jugé inutile de poursuivre ses efforts. Parmi les 3 champs menés jusqu'à la récolte, un seul présente un coefficient multiplicateur de semences supérieur à 1. Il s'agit de l'agriculteur qui a préféré semer sur la deuxième pluie, à très forte densité, avec des semences personnelles mais certainement de bonne valeur culturale. Malgré le fort investissement en semences personnelles et le semis un peu plus tardif, il a récupéré entre 4 et 5 fois la mise, ce qui pour l'année est une bonne performance.

Le suivi de l'évolution des densités de peuplements et les prélèvements de plants moribonds ont confirmé que le champignon parasite *Aspergillus niger* est de loin la première cause de mortalité apparente dans le Centre Bassin Arachidier. Il peut s'agir d'infections primaires, ou secondaires suite à des lésions causées par des ravageurs, mais aucune observation précise n'a pu étayer concrètement la seconde voie. *A. niger* est un champignon du sol, mais les semences sont aussi porteuses d'inoculum. De la levée au 50ème jour, les densités ont chuté de 20 % dans le meilleur cas (bonnes semences du meilleur agriculteur) à 30 à 45 % dans les autres cas. Ces données confirment le bien fondé du traitement de semences sur arachide, avec des produits peu onéreux de type granox, qui associent deux fongicides (de contact et systémique) indispensables dans tout le Bassin Arachidier, et un insecticide, parfois utile contre les iules dans le Sud Bassin Arachidier.

## CONCLUSION

Cette série d'essais en milieu paysan n'a pas fait ressortir d'effet Thimet significatif, ni nettement perceptible par les paysans. Un possible effet protecteur du traitement sur les jeunes gousses en formation et sur les racines a pu être suspecté et mériterait d'être confirmé. Cependant, dans un contexte d'agriculture pluviale sahélienne à très forte insécurité climatique, les agriculteurs ne sont pas enclins à intensifier et préfèrent limiter les risques économiques. Or même à la plus faible des doses étudiées (10 kg/ha), un traitement au Thimet s'avérerait nécessairement coûteux et peu susceptible d'être adopté par les paysans, qui accordent la priorité de leur faibles ressources aux semences et au produit de traitement de semences. De plus, le Thimet est un produit classé très toxique ( $DL_{50}$  par ingestion = 3-4 mg/kg pour le rat) pour l'homme et les animaux à sang chaud. Sa manipulation lors des traitements sans précaution particulière provoque parfois des maux de tête violents et tenaces. Dans le contexte actuel, les possibilités de développement du Thimet paraissent donc extrêmement faibles dans le Centre Nord du Bassin Arachidier du Sénégal, ainsi que dans les zones arachidières sèches des pays sahéliens.